

한국 SCM 학회지

*Journal of the Korean Society of
Supply Chain Management*

Volume 17 Number 1
2017 May



사단
법인 한국SCM학회

한국 SCM 학회지

Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

1 스마트 공급망 구현에 필요한 기본 요소들의 우선순위 결정에 관한 연구

신장철 · 임옥경 · 박영환 · 송상화

As business environments have changed rapidly, smart technologies based on IT (Information Technology) has been applied to business practices to deal with the uncertain environment. In this study, we have reviewed the current status of SMART supply chain management (Smart SCM) initiatives in which smart technologies were used to improve SCM capabilities. Then, we selected factors to prioritize the effective implementations of smart SCM initiatives. These factors fall into four categories including supply chain integration, big data and analytical capability, IT Infrastructure and finally process automation. We applied AHP (Analytical Hierarchy Process) and IPA (Importance Performance Analysis) techniques to identify urgent improvement areas in smart SCM initiatives. The analysis results showed that the external supply chain integration is the most urgent area to be improved in smart SCM initiatives.

13 잔존가치를 고려한 이항수율 생산 프로세스 분석

최성용 · 김진민 · 맹주열

We study how to determine the optimal lot size in a production process with binomial yield. First, we review the precedent studies in binomial yield production processes in inventory management

literature. In results, an extended new model is presented to consider salvage values for leftover inventories. We initially formulate it as a discrete (unconstrained) optimization model, and then convert it as a corresponding continuous (unconstrained) optimization model by the normal approximation. Finally, we prove the concavity of the model, and examine the impact of salvage value on the optimal lot size. All of these analytical results are also confirmed computationally with the numerical examples generated by Monte Carlo simulation.

23 공급 체인 내 갑-을 관계에서 정보 비대칭이 초래하는 사회적 후생 손실의 추정에 관한 연구

김태호 · 김상현 · 채병찬 · 이상훈

Agent tries to get some extra profit or utility by utilizing its own asymmetric information of the level of its effort in the actions with principal in the Principal-agent relationship within a supply chain. However, though this trial from agent may increase its own profit or utility it may generate the loss in social welfare decrease because it decrease the profit of principal by more amount than the increase in the profit or utility of agent. This paper deals with the estimation of this loss in social welfare. In order to do it, we calculate the profit or utility of agent and principal under both case of information symmetry and information asymmetry of the level of agent's effort and compare them under a simple contract context. In conclusion, we can observe the existence of the loss in social welfare and estimate the size of it.

31 지속가능성 관점에서 공급사슬의 상생협력과 지속가능성 간의 관계

박찬권 · 서영복

The purpose of this study is to figure out precedence factors consisting of win-win cooperation supply chains in the perspective of sustainability and examine how those precedence factors influence win-win cooperation supply chains and also how win-win cooperation supply chains influence sustainability's three aspects, economic, environmental, and social sustainability. Furthermore, it will investigate win-win cooperation supply chains in terms of their roles as a parameter. To attain the goal, this author has formulated and verified hypotheses.

First of all, precedence factors consisting of win-win cooperation supply chains, transaction fairness, transaction authenticity, social capital, and CSR activity, influence win-win cooperation supply chains in significantly positive ways. Second, win-win cooperation supply chains influence economic, environmental, and social sustainability in significantly positive ways. Third, win-win cooperation supply chains play roles as a parameter between transaction fairness, transaction authenticity, social capital, and CSR activity and economic, environmental, and social sustainability.

Accordingly, this author suggests individual companies composed of supply chains to enhance the level of cooperation as a win-win cooperation supply chain in order to elevate sustainability even further. This study is significant in that it has figured out correlation between the precedence factors of win-win cooperation supply chains,

transaction fairness, transaction authenticity, social capital, CSR activity, and a win-win cooperation supply chain and economic, environmental, and social sustainability.

53 인천항 항만배후단지의 대중국 가공식품 산업 활성화 요인에 관한 연구

배승권 · 박원근 · 안웅

This research attempted to explore the ways for Incheon Port to become the center of distribution processing and logistics of the processed food to be exported to China utilizing Incheon Port hinterland. Therefore, Incheon Port can perform the role of an export port, breaking away from the stereotyped function of the exclusively import port. To do this, 16 key factors were derived through in-depth-interviews. These were hierarchized and the Fuzzy-AHP research model was designed, and the empirical analysis was conducted.

As a result, it was found that in the Criteria level(Level 1), "food safety factor" was evaluated as the highest priority, and in the Subcriteria level(Level 2), "the building of cold chain" was evaluated as the highest priority, followed by "technological capabilities" and "convenience in export import distribution," and this reflects the characteristics of food, meaning that food hygiene and safety should be considered as top priority, and based on these results, the strategic implications were presented to the government, Incheon Port Authority, and the food industrial circles.

67 내부 그린공급사슬관리가 외부 그린공급사슬관리 및 환경성과 에 미치는 영향에 관한 연구

이승기 · 김병근

This research aims to examine the relationship among the internal green supply chain management (environmental management capability and green product design), the external green supply chain management (green purchase and cooperative relationship) and environmental performance. Data was collected from a questionnaire survey of 247 firms that participated in the Green Partnership Program of the Korea Institute of Industrial Technology. Based on a valid 155 responses, we test hypotheses using Structural Equation Model (SEM) method.

Empirical results show that internal green supply chain management (environmental management capability and green product design) appear to facilitate the external green supply chain management (green purchase and cooperative relationship) at a significant level as expected. The external green supply chain management (green purchase and cooperative relationship) appear to mediate the relationship between internal GSCM practices and the environmental performance.

77 Principle component regression 에 기반한 글로벌 공급사슬의 운영 리스크 예측 및 원천추론

윤성준 · 박양병 · 유준수

In modern business environment, supply chains become more vulnerable to operational risks due to globalization. It is a critical issue for supply chain managers to manage operational risks proactively and effectively. This paper proposes the operational risk management model of global supply chains. It predicts the supply chain performance based on principal component regression, assesses the supply chain risk using the modified adaptive exponentially weighted moving average control chart, and infers the core operational risk source using a methodology based on principle component analysis. 23 kinds of operation indicators are developed to measure the local operating performance. The model is successfully applied to an industrial example.

한국 SCM 학회지

Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

투고논문 작성요령

1. 제출방법

투고자는 논문을 한글 또는 MS워드 작성하며, 글씨크기 11포인트, 2단 편집으로 작성하여 제출한다. 논문 심사 후 게재가 확정되면 저자 약력 및 사진이 포함된 최종본을 e-mail로 제출하여야 한다. (논문저자 중 한 명 이상은 한국 SCM학회 연회비 납부회원이어야 투고할 수 있다.)

2. 제출절차

접수된 후 심사과정에 있는 논문의 철회를 저자가 원하는 경우 저자는 서면으로 편집위원장에게 철회요청서를 제출하여야 한다.

3. 표지 및 내용

논문 표지에는 논문제목, 저자명 및 직책, 소속기관, 대표저자의 우편번호, 주소, 전화 및 E-mail 주소만을 기입한다. (각 사항에 대한 영문을 병기하고 영문 성명은 이름 먼저 쓰고 성은 뒤에 쓴다.) 연구비의 지원을 받아 연구가 이루어진 논문의 경우 표지에서 밝힐 수 있다. 표지의 다음 쪽에는 저자명 및 소속기관을 기입하지 않고 제목부터 시작하여 영문 요약(150단어 이내), 키워드(영문포함), 본문, 참고문헌, 부록 순으로 작성한다.

원고 작성시 본문과 그래프 등의 모든 것은 흑백으로 작성한다. (컬러 그래프 사용 자제)

4. 영문작성

영문의 대문자는 고유명사나 문장의 첫 자 또는 고유명사의 약자 등에만 사용한다.

5. Abstract 및 키워드

영문으로 기입된 저자 소속 아래 150단어 이내의 영문요약 (abstract)을 기입하고, 그 아래 키워드를 기입한다.

6. 각주(footnote)

— 연구비의 지원을 받아 연구가 이루어진 논문을 알릴 경우
— 연락처자의 연락처를 기재하는 경우
상기 사항을 제외한 각주(footnote)는 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.

7. 저자구분

논문의 저자 기재 시 제1저자, 제2저자 순으로 기재하며, 교신저자의 경우 “*”로 이름 옆에 표기하도록 한다.

8. 번호매김

장이나 절은 아라비아 숫자로 1., 1.1, (1) 등으로 표기하며, 수식은 필요한 경우 (1) 등으로 매김을 한다.

9. 그림과 표

그림과 표는 제목과 내용을 모두 영문으로 작성한다. 그림은 Fig. 로 표시하며, 그림의 제목은 그림의 아래 중앙에 표기한다. 표는 Table 로 표시하며 표의 제목은 표의 위 중앙에 표기한다. 모든 그림과 표는 본문의 적당한 위치에 삽입하고, 삽입이 어려운 경우는 논문의 맨 뒤에 첨부한다.

10. 수식표시

수식(formula)은 필요한 경우 번호를 부여한다.

$$y = a_1 x^2 + a_2 x + a_3 \text{ (예)} \quad (1)$$

11. 참고문헌

참고문헌의 모든 내용은 영문으로 작성하며, “REFERENCES” 로 표제를 통일한다. 참고문헌은 알파벳 순으로 작성한다. 인용된 문헌은 () 안에 저자명과 연도를 본문 중에 명시하고 인용된 문헌의 전부를 본문 끝에 저자명의 영문 순으로 일괄 기입한다. 학술지의 경우는 저자명(발행년도), 논문제목, 학술지명(이탈릭체), 권(호), 쪽수의 순으로 기입하고, 정기간행물이 아닌 문헌의 경우는 저자명(출판년도), 서명(이탈릭체), 출판수(2판 이상), 쪽번호 또는 장, 출판사명, 출판지역의 순으로 기입하되, 다음의 예를 따른다.

[1] Hayes, R. and Pisano, G. P.(2000), “SCM Strategy in Korea”, *SCM Journals*, Vol. 11(4), pp. 25~41.

[2] Hayes, R.(2000), *SCM Strategy in Korea*, 2nd ed., pp. 123~ 145, Prentice-Hall.

12. 논문 심사료 및 게재료

심사료는 5만원, 게재료는 10페이지(2단으로 편집된 최종 게재본 기준)를 기본으로 20만원이며, 10페이지 초과 시 페이지 당 2만원을 추가로 납부한다. 또한 각주 중 연구비 지원에 대한 사사표기가 있을 경우에는 10만원을 추가로 납부한다.

<송금처>

신한 : 100-014-515276 (예금주 : (사)한국SCM학회/영수증 발급)

스마트 공급망 구현에 필요한 기본 요소들의 우선순위 결정에 관한 연구

신장철 · 임옥경 · 박영환 · 송상화[†]

인천대학교 동북아물류대학원

A Study on Determining Priorities of Basic Factors for Implementing Smart Supply Chain

Jang Chul Shin · Ok Kyung Lim · Young Hwan Park · Sang Hwa Song[†]

Graduate School of Logistics, Incheon National University

As business environments have changed rapidly, smart technologies based on IT (Information Technology) has been applied to business practices to deal with the uncertain environment. In this study, we have reviewed the current status of SMART supply chain management (Smart SCM) initiatives in which smart technologies were used to improve SCM capabilities. Then, we selected factors to prioritize the effective implementations of smart SCM initiatives. These factors fall into four categories including supply chain integration, big data and analytical capability, IT Infrastructure and finally process automation. We applied AHP (Analytical Hierarchy Process) and IPA (Importance Performance Analysis) techniques to identify urgent improvement areas in smart SCM initiatives. The analysis results showed that the external supply chain integration is the most urgent area to be improved in smart SCM initiatives.

Keywords: Smart supply chain, Supply chain integration, IT, Big data, Automation

[†] **Corresponding author:** Graduate School of Logistics, Incheon National University, 119, Academy-ro, Yeonsu-gu, Incheon, 22012, Korea
Tel: +82-32-835-8194, E-mail: songsh@inu.ac.kr

1. 서론

글로벌화와 정보화에 따라 기업 활동의 영역은 갈수록 넓어지고 있으며, 의사결정 사이클은 빨라지고 있다. 또한, 소비자 역시 인터넷과 SNS 등을 통해 제품과 서비스, 품질에 더 많은 지식을 갖게 됨에 따라 고객이 요구하는 서비스 품질 수준도 높아지고 있다. 이에 따라 기업은 수익성을 유지하면서 고객의 품질 요구에 부응하기 위한 수단으로 공급망 내·외부 통합을 실시해 왔다.

공급망 통합은 기업의 성과 향상에 필요한 주요 전략이나 (Wong et al., 2011), 공급망 통합을 위해서는 다양한 이해관계자들의 동의와 투자가 선행되어야하기 때문에 공급망 전체의 통합 사례는 거의 드물다(Braunscheidel et al., 2010). 또한, 다양한 이해관계자가 공급망에 참여함에 따라 공급망에서는 복잡성과 불확실성이 발생한다. 실제 공급망 운영 시에는 과다재고나 재고 부족, 운송 지연 등으로 인한 수급 불일치 문제가 발생하기도 한다.

공급망의 복잡성과 불확실성을 감소시키기 위한 대안으로 ‘스마트 공급망’의 개념이 대두되고 있다. 스마트 공급망이란 제품의 제조 및 운송 시 사용되는 기계와 제품 등의 사물에 각종 센서 및 RFID 태그 등을 부착하여 제품에 관련한 프로세스 데이터를 수집, 분석하여 의미 있는 정보를 운영과 의사결정에 사용하는 공급망 시스템을 말한다(Wu et al., 2016). 스마트 공급망의 운영을 통해 기업은 사람을 포함한 비효율적인 자원을 자동화, 효율화시킬 수 있으며, 경영 환경에 유연하게 대응할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 이점을 활용하기 위해 독일, 미국, 중국 등의 다양한 국가에서 스마트 공장, 4차 산업혁명(Industrial 4.0), 산업 인터넷(Industrial Internet), 제조 2025, Internet+ 등의 개념이 소개되고, 관련 정책들을 제시하고 있다(Agarwal et al., 2015; Balasingham, 2016; Lee et al., 2016; Zhang et al., 2015). 또한, 다양한 연구들에서 스마트 공급망 도입을 통한 공급망 내·외부 통합의 중요성을 강조하였으며(McCrea, 2012; Ma, 2011; Wu et al., 2016), 스마트 공급망의 기본 구성요소들을 제시하고 있다(Karen, 2010; Wu et al., 2016).

하지만, 기업의 스마트 공급망 도입에는 공급망 내·외부 이해관계자들의 동의 및 투자에 대한 타당성 검토가 선행되어야 한다. 즉, 스마트 공급망 기술 도입을 통한 공급망 통합을 위해서는 이해관계자의 설득 및 투자를 위한 공급망 통합 시 효과가 있는 요인들을 식별하는 것이 필요하다(Zhi Cao et al., 2015). 기존 연구에서는 스마트 공급망을 구현하기 위한 기본 요소들이 제시되어 있으나, 기업들이 해당 요소 중 어떤 것을 우선적으로

구현해야 하는지에 대해서는 아직 명확히 제시되지 않았다.

이에 따라 본 연구에서는 선행연구에서 제시한 기본요소들을 바탕으로 스마트 공급망 구현을 위한 계층화 모형을 구성하고, 제조업 및 컨설팅트를 대상으로 실증분석을 진행하였다. 또한, AHP 분석을 통해 도출된 스마트 공급망 구현을 위한 우선순위와 현재 수준을 IPA 기법으로 분석하여 전략적 시사점을 제시하였다.

2. 이론적 고찰

본 장에서는 스마트 공급망의 도입 및 구현을 위한 비즈니스 환경에서의 정보 관리의 중요성 및 공급망 통합에 대한 연구를 고찰하고자 한다. 또한, 스마트 공급망의 구현 수단인 정보기술(IT), 프로세스 자동화에 대한 선행 연구를 고찰하여 스마트 공급망 구현을 위한 요인을 제시하고자 한다.

2.1 공급망에서 정보 관리의 중요성

공급망 관리는 고객의 서비스 수준을 만족시키며 시스템 전반의 비용을 최소화시키는 것을 목적으로 하여 적절한 수량의 제품을 적절한 장소 및 시간에 유통하기 위해 공급망 내 일련의 제품과 정보의 흐름을 조정하는 것이다(Simch et al., 1999; Kumar and Pugazhendhi, 2012). 즉, 공급망 상의 정보를 어떻게 관리하는지가 공급망의 성패 여부를 좌우할 수 있다.

공급망에서의 정보 관리는 공급망에서 발생하는 데이터에서 의미 있는 시사점을 도출하여 의사 결정을 지원하는데 목표가 있다(Detlor, 2010). 또한, 정보 관리를 통해 공급망에 참여하는 이해관계자에게 데이터를 공유하여 전체 공급망을 효율화 할 수 있게 한다. 조동원과 이영해(2010)에서는 고객 수요 정보를 소매업체와 도매업체에서 공유할 경우 평균재고량과 평균재고비용이 줄어듦을 제시한 바 있다. Cachon and Fisher(2000)에서는 기업이 수요 불확실성에 직면했을 때 공급망 내 공유된 정보를 활용하여 성과를 낼 수 있다고 언급한 바 있다. 만약 공급망에서 정보의 지연이나 부족, 왜곡이 발생할 경우 공급망에 심각한 문제를 발생시킬 수 있다(Chow et al., 2008).

전통적인 공급망에서는 왜곡된 정보의 유통으로 기업 간 신뢰가 결여되어 공급망에서 발생하는 주요 정보를 공급망 단위가 아닌 개별 기업에서 관리하여 공급망 단위에서의 정보의 가시성 및 기업 간 협업기회가 부족하였다(Eurich et al., 2010). 스마트 공급망에서는 공급망 내·외부의 정보를 다양한 센서들을 사용하여 실시간으로 취득하고 상호 연계하여 공급망의 효율적인

운영을 가능하게 할 수 있다.

2.2 공급망 통합

Zhao et al.(2008)은 공급망 통합을 ‘고객에게 최대 가치를 제공하는 것을 목적으로 제품, 서비스, 정보 및 의사결정의 효율적이고 효과적인 흐름을 달성하기 위해 하나의 조직이 전략적으로 공급망 파트너와 협업하고 기업 내 및 기업 간 프로세스를 관리하는 것’이라고 정의하였다. 기업은 자신의 목표 또는 목적을 지원하기 위해 내·외부의 공급망 통합을 통해서 불필요하거나 중복되는 비용을 제거하며, 성과를 향상시킬 수 있다(Mackelpranget et al., 2014; Wiengarten and Pagell, 2014). 대표적으로, Khan et al.(2016)은 기업 외부와의 공급망 통합이 서비스 및 혁신, 신제품 개발에 긍정적인 영향을 줌을 제시한 바 있다. 또한, 박찬권과 김채복(2013)에서는 공급망 통합이 공급망 통합에 따른 성과 뿐 아니라 고객만족 성과도 달성할 수 있음을 제시하였다.

하지만, 공급망 통합을 위해서는 공급망 참여자들의 상호 동의가 필요하고, 관련 투자가 선행되어야 하기 때문에 투자 타당성 검토도 필요하다. 이러한 통합의 어려움 때문에 공급사와 고객사가 전체 공급망을 통합한 경우는 거의 드물고, 전체 통합 시 성과가 기대했던 바에 미치지 못한다는 연구도 제시되었다(Braunscheidel et al., 2010). 그러므로 목표 달성을 위한 내·외부 공급망 통합을 위해서는 공급망 통합 시 효과가 있는 공급망 구성 요소들을 파악하는 것이 선행되어야 한다.

2.3 정보기술(IT)

정보기술은 정보의 생성, 수집, 편성, 저장, 유통 및 사용을 위해 사용되는 기술로(Detlor, 2010), 최근 IoT(Internet of Things), 빅데이터 분석 등 정보의 효과적인 수집과 해석을 위한 지능형 기술로 발전하고 있다. 데이터 분석 기술의 발달 및 데이터 수집 장비의 비용 감소로 관련 기술의 보급은 더욱 확대될 전망이다(Zhu et al., 2012).

공급망 관리에 사용될 수 있는 주요 정보기술로는 RFID(Radio Frequency Identification), IoT, 빅데이터 분석 기술 등이 있다. RFID 기술은 전파를 이용하여 원거리에서 정보를 식별할 수 있기 때문에 정보의 가시성을 높이는 역할을 한다. RFID 기술은 물류분야에서 주로 재고를 효과적으로 관리하기 위한 수단으로 사용되어 왔다(Masciari, 2012). IoT 기술은 하드웨어, 소프트웨어, 시스템 등을 모두 연결한 네트워크 기술을 의미하는 것으로(Marshall, 2012), IoT의 발달로 기업의 모든

프로세스에서 발생하는 데이터를 수집, 측정할 수 있게 된다. 이렇게 수집된 데이터는 빅데이터 분석 기술을 활용하여 프로세스의 관리를 효율화하고, 성과를 예측하여 미래에 발생할 사건에 선제적 대응을 할 수 있게 한다.

하지만, 정보 기술의 단순 도입은 현업에서의 복잡도만 증가시키는 결과를 가져올 수 있다. Hopkins et al.(2011)은 기업이 올바르게 정보 기술을 도입하기 위해서는 단순히 빅데이터를 수집하는 것이 아니라 비즈니스를 개선하기 위한 수단으로써 빅데이터를 사용하여야함을 제안하였다. 즉, 프로세스에 대한 이해 후 정보기술을 도입하는 것이 정보기술 활용의 핵심 성공 요인이라고 할 수 있다.

2.4 프로세스 자동화

프로세스 자동화는 정보기술을 활용하여 시스템에서 작업 지시 및 실적 데이터를 자동으로 생성하는 것으로, 인간의 개입 없이 설비 및 정보의 흐름을 자동화시켜 오류를 줄이고 전체 공급망의 복잡성을 낮출 수 있다는 장점이 있다(Chui et al., 2010).

프로세스 자동화는 다양한 정보기술과 융합하여 발전하여 산업 현장에서 활용될 수 있다. 대표적인 사례로 독일에서 발표된 Industry 4.0에서는 프로세스 자동화와 IoT의 개념을 융합하여 모든 것의 양방향 소통을 위한 시스템을 구축하고, 가장 최적화된 생산 체계로 진화하는 것을 목표로 한다(Balasingham, 2016).

스마트 공급망에서는 프로세스 자동화를 설비 자동화 및 정보 자동화로 구분할 수 있다. 설비 자동화는 프로세스를 자동화하는 도구 측면으로써의 자동화로, 사람이 수행하는 업무를 기계나 로봇으로 대체하여 설비 작동을 무인화하는 것을 의미한다(Karen, 2010). 정보 자동화는 프로세스 자동화의 기본 개념인 공장별 생산 스케줄 및 제조지시, 실적처리를 자동화 하는 것으로 공급망 내 프로세스의 개선에 활용될 수 있다(Wu et al., 2016).

2.5 본 연구의 차별성

기존의 스마트 공급망 관련 연구는 스마트 공급망 및 관련 기술의 정의와 구현을 위한 기본 요소를 제시하고 있다. 하지만, 스마트 공급망의 구현에는 기업의 내·외부 공급망 통합, 빅데이터 분석 체계 및 정보기술의 도입, 자동화가 선행하기 때문에 대규모의 투자가 필요하다. 기업의 입장에서 대규모 투자 및 혁신은 현실적으로 어려움이 있어 신규 기술의 도입은 단계적으로 이루어지는데, 이러한 환경을 고려한 연구는 아직 진행되지 않았다.

따라서, 본 연구에서는 스마트 공급망 구현을 기본 요소들을 선행 연구를 바탕으로 도출하였으며, 스마트 공급망 구현의 우

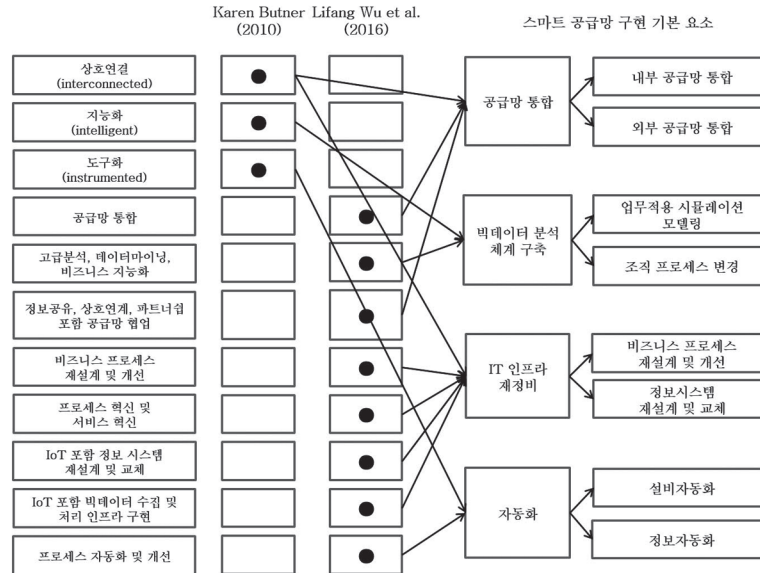


Fig. 1. The process of deriving Basic Factors for Smart Supply Chain Implementation

선순위를 평가하기 위해 스마트 공급망 구현 기본 요소를 <Figure 1>과 같이 계층화하여 구성하였다. 기본 요소들에 대한 상세 내용은 <Table 1>과 같다.

3. 연구모형 및 조사설계

3.1 계층화분석법(AHP) 및 중요도-만족도 분석(IPA)

본 연구에서는 방법론으로 AHP (Analytical Hierarchy Process) 및 IPA (Importance Performance Analysis)를 사용하였다.

계층화분석법(AHP)은 전략 또는 투자 의사결정을 하는데 주

로 사용되는 기법이다.

또한 스마트 공급망 구현 기본요소에 대해 중요도와 현재 운영수준을 측정하여 스마트 공급망 구현 우선순위의 선정을 위해 IPA분석 방법을 사용하였다. IPA 분석은 포트폴리오 차트 또는 스프레이 차트를 구성하여 분석할 수 있는데, 본 연구에서는 포트폴리오 차트방법을 사용하여 분석하였다. 포트폴리오 차트에서 <Figure 2>) 1사분면은 지속관심 영역으로 현재수준과 중요도가 높은 영역으로, 좋은 성과를 계속 유지하도록 고려해야 한다. 2사분면은 현상 유지영역으로 현재 수준은 높고 중요도는 낮은 영역이어서 투자과잉 요소가 상존하는 영역이다. 3사분면은 개선대상 영역으로 현재수준과 중요도가 모두 낮은 영역으로 제한된 지원이 있어야 한다. 4사분면은 중점개선 영역으로 현재수준이 낮고, 중요도가 높은 영역으로 개선 노력을 집중화 하여야한다.

Table 1. Sub Basic Factors Explanation

기본 요소	설 명
공급망 내부 통합	제조업체 내부 업무처리 프로세스 통합화
공급망 외부 통합	전략적 고객사-공급사 협업 체계 구축
업무적용 시뮬레이션 모델링	비즈니스 의사결정 및 실시간 운영 업무에 필요한 “최적화용”, “예측용” 분석정보 시뮬레이션 모델링 수립
조직 프로세스 변경	빅데이터를 활용하여 업무를 수행하기 위한 기업 내 조직 프로세스 변경
비즈니스 프로세스 재설계 및 개선	효율성, 유연성 확보를 위해 프로세스 재설계 및 개선
정보시스템 재설계 및 교체	최신 정보통신기술(ICT)을 반영한 정보시스템 재설계 및 교체
설비 자동화	설계, 제조, 제품 이송, 선적 및 하역, 트럭킹 전 분야에 걸쳐 공급망 성과 향상을 위해 사람이 수행하는 업무를 기계, 로봇으로 대체하여 설비 작동을 無人化 한 것
정보 자동화	공장별 생산 스케줄 및 제조지시 및 실적처리 자동화

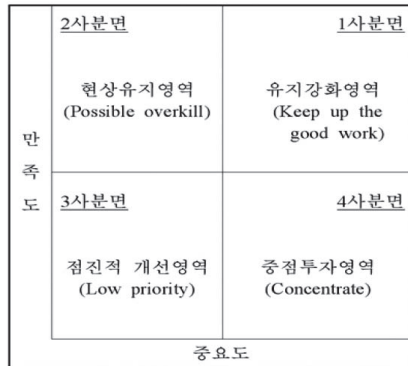


Fig. 2. IPA Portfolio Chart

3.2 스마트 공급망 연구 모형 설계

스마트 공급망 구현을 위한 우선순위 분석을 위해, 먼저 스마트 공급망의 기본 개념도를 <Figure 3>과 같이 구성하였다.

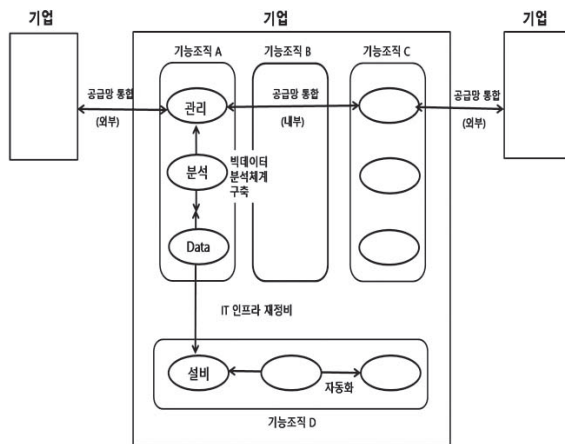


Fig. 3. Smart SC Basic Concepts

또한, 선행연구를 바탕으로 스마트 공급망 구현을 위한 Sub 기본 요소 8가지를 도출하였으며 이를 ‘공급망 통합’, ‘빅데이터 분석체계 구축’, ‘IT 인프라 재정비’, ‘자동화’ 등 4개 부분으로 나누어 분류한 후 스마트 공급망 구현 평가기준인 유연성, 비용 절감, 서비스(납기/품질)의 3개 선정 기준별로 각각 맵핑하여 세부 요소별로 중요도와 현재 수준을 고려하여 구현 우선순위를 도출하기 위해 <Figure 4>와 같이 구조화 하였다.

3.3 조사 설계

조사를 위한 설문지는 크게 3부분으로 구성하였다. 먼저 첫

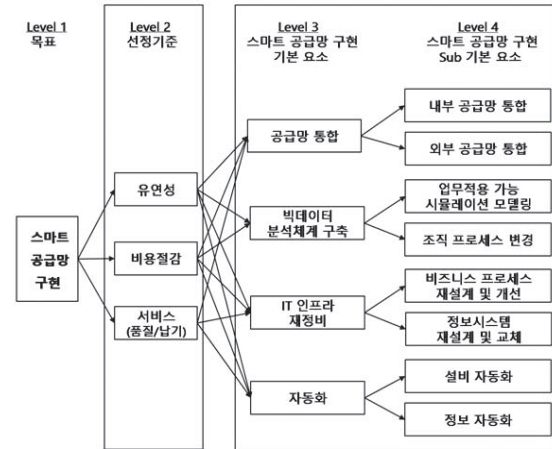


Fig. 4. Smart SC Implementation Hierarchy Model

번째 부분은 설문에 대한 유의사항과 응답요령을 설명하였다. 특히, 쌍대 비교 시 일관성 유지를 위해 예를 들어 자세히 설명하고 있다. 두 번째 부분은 스마트 공급망에 대한 전문가 집단 설문자의 이해를 구체화 하는 것을 돕기 위해 스마트 공급망의 정의, 스마트 공급망 개념, 스마트 공급망 구현 계층화 모형, 스마트 공급망 구현 Sub 기본 요소 8가지에 대해 상세 내용과 사례를 설명하였다. 세 번째 부분은 스마트 공급망 구현 우선순위 설정 쌍대 비교, Sub 기본 요소 8 가지에 대해 평가 기준별 현재 수준 도출 설문을 제시하였다.

설문 대상자는 SCM 컨설팅 업체, 제조업 등에 종사하고 있는 SCM 전문가 21명을 대상으로 하였다. 응답자의 경력은 컨설팅 업체에서 SCM 컨설팅 업무를 최소 5년 이상 수행하고 있는 컨설팅 전문가 6명과 대기업군 제조업 임원급 및 프로세스설계 및 시스템 구축 업무를 최소 9년 이상 수행하고 있는 전문가 13명으로 나누어 설문을 실시하였다.

4. 실증 분석

4.1 일관성 검증

설문은 2016년 10월 10일부터 10월 21일까지 두 개의 전문가 집단에게 실시하였다. 일관성 검증을 통해 일관성 비율(C.I) 값이 0.15를 초과한 설문 참여자 2명의 의견은 분석에서 제외하였다. 본 설문은 1차 설문에서 두 집단 모두에서 2명을 제외하고 모두가 C.I 값이 기준치인 0.15이내로 나와 추가 설문을 실시하지 않았다(<Table 2> 참조).

Table 2. Characteristics of respondents

구 분		경력(년)	참여자수	제외 인원	분석대상
제조업 전문가	정보화 추진 임원급	28~31년	2	－	2
	프로세스설계 전문가	25~30년	7	2	5
	시스템 구축 전문가	9~30년	6	－	6
컨설팅사 전문가	SCM 컨설턴트	5~10년	2		2
		20~25년	4	－	4
합 계			21	2	19

4.2 계층분석(AHP)

Expert Choice 11을 이용한 설문 분석 결과에서 스마트 공급망 구현 우선순위 도출을 위한 1차 계층인 기준에 대해서는 경영 환경 변화에 공급망이 신속히 대응할 수 있는 유연성과 공급망 운영 비용절감 그리고 고객이 원하는 납기와 품질을 제공할 수 있는 서비스 측면의 쌍대비교 결과는 <Table 3>과 같다.

Table 3. Weight of Criteria

기 준	중요도		
	전체	제조업	컨설턴트
서비스(납기/품질)	0.523	0.468	0.632
비용절감	0.274	0.330	0.173
유연성	0.203	0.202	0.196

설문 집단 전체로 볼 때 중요도가 서비스는 비용절감(0.274), 유연성(0.203)보다 중요한 것으로 나타났다. 이는 제조업에서 납기와 품질을 중요하게 생각하고 있다는 것을 보여주고 있다. 특히 컨설턴트는 서비스가 0.632로 제조업 전문가집단(0.468)보다 더 중요하다고 평가했다.

1차 계층인 각 기준 내에서의 2차 기본요소들 간 비교에서는 각 기준에 대한 2차 기본요소들에 대한 중요도 및 순위는 <Table 4>와 같이 나타났다. 전체 중요도 순서는 공급망 통합, IT 인프라 재정비, 자동화, 빅데이터 분석체계 구축순으로 나타났다. 그러나 제조업 전문가와 컨설턴트 집단 조사에서는 공급망 통합, IT 인프라 재정비는 중요도 순서가 전체와 일치하나 제조업 전문가 집단은 <Table 5>에서 보는 바와 같이 자동화 부분이 빅데이터 분석체계 보다 더 중요하다고 평가하였다. 이는 제

Table 4. Weight of Basic Factors (All)

기 준	중요도	기본 요소	중요도	순위
서비스 (납기/품질)	0.523	공급망 통합	0.470	1
		빅데이터 분석체계 구축	0.141	4
비용절감	0.274	IT 인프라 재정비	0.235	2
유연성	0.203	자동화	0.154	3

Table 5. Weight of Basic Factors (Manufacturing)

기 준	중요도	기본 요소	중요도	순위
서비스 (납기/품질)	0.468	공급망 통합	0.421	1
		빅데이터 분석체계 구축	0.149	4
비용절감	0.330	IT 인프라 재정비	0.250	2
유연성	0.202	자동화	0.180	3

Table 6. Weight of Basic Factors (Consultant)

기 준	중요도	기본 요소	중요도	순위
서비스 (납기/품질)	0.632	공급망 통합	0.577	1
		빅데이터 분석체계 구축	0.114	3
비용절감	0.173	IT 인프라 재정비	0.204	2
유연성	0.196	자동화	0.105	4

조의 관점에서 비용절감을 위해 자동화 부분이 빅데이터 보다 현실적으로 더 중요하다고 판단한 것으로 생각되며 반대로 컨설턴트는 <Table 6>에서 보는 바와 같이 빅데이터 분석 체계 구축이 자동화보다 중요하다고 평가하였다. 이러한 차이가 발생하는 것은 컨설턴트는 향후 스마트 공급망 구현을 위해서는 경영의사 결정과 운영예측을 위해 빅 데이터 분석의 중요도가 높을 것으로 판단한 것으로 보인다.

3차 계층인 Sub기본요소별 중요도는 1차 계층인 기준에 대해서 <Table 7>에서 보는 바와 같이, 내부 공급망 통합, 외부 공급망 통합, 비즈니스 프로세스 재설계 및 개선, 정보 자동화, 업무 적용가능 시뮬레이션 모델링, 설비 자동화, 정보시스템 재설계 및 교체, 조직프로세스 변경 순으로 중요한 것으로 나타났다. 그러나 제조업 전문가 집단과 컨설턴트 사이에는 공급망 내부 및

외부 통합 시 <Table 8>에서 보는 바와 같이 제조업 전문가는 외부 공급망 통합이 내부 공급망 통합보다 중요하다고 평가하였고 컨설턴트는 <Table 9>에서 보는 바와 같이 내부 공급망 통합이 외부 공급망 통합 보다 더 중요하다고 평가하였다. 이러한 차이가 발생한 것은 그동안 국내 대기업 제조업은 ERP등을 구축하여 내부 공급망 통합을 지속적으로 추진하여 왔기 때문에 공급사 및 고객사와의 외부 공급망 통합이 앞으로 더 중요하다고 판단한 것으로 생각된다. 또한 분석 결과에서 특징적인 것은 비즈니스 프로세스 재설계 및 개선에 대해서는 제조업 전문가나 컨설턴트 모두가 세번째로 중요 하다고 동일하게 평가한 특징을 가지고 있는데 이는 향후 스마트 공급망 구현을 위해서는 새로운 경영환경과 신기술을 연구하여 IT 인프라 재정비시 반드시 비즈니스 모델 혁신 등 검토를 통해 현재 운영 중인 비즈니스 프

Table 7. Weight of Sub-Basic Factors (All)

기 준	중요도	Sub 기본 요소		
		항목	중요도	순위
서비스 (납기/품질)	0.523	내부 공급망 통합	0.257	1
		외부 공급망 통합	0.213	2
		업무 적용가능 시뮬레이션 모델링	0.077	5
비용절감	0.274	조직프로세스 변경	0.061	8
		비즈니스프로세스 재설계 및 개선	0.167	3
		정보시스템 재설계 및 교체	0.068	7
유연성	0.203	설비 자동화	0.073	6
		정보 자동화	0.081	4

Table 8. Weight of Sub-Basic Factors (Manufacturing)

기 준	중요도	Sub 기본 요소		
		항목	중요도	순위
서비스 (납기/품질)	0.468	내부 공급망 통합	0.193	2
		외부 공급망 통합	0.229	1
		업무 적용가능 시뮬레이션 모델링	0.081	6
비용절감	0.330	조직프로세스 변경	0.068	7
		비즈니스프로세스 재설계 및 개선	0.190	3
		정보시스템 재설계 및 교체	0.060	8
유연성	0.202	설비 자동화	0.095	4
		정보 자동화	0.085	5

Table 9. Weight of Sub-Basic Factors (Consultant)

기 준	중요도	Sub 기본 요소		
		항목	중요도	순위
서비스 (납기/품질)	0.632	내부 공급망 통합	0.422	1
		외부 공급망 통합	0.155	2
		업무 적용가능 시뮬레이션 모델링	0.072	5
비용절감	0.173	조직프로세스 변경	0.042	7
		비즈니스프로세스 재설계 및 개선	0.112	3
		정보시스템 재설계 및 교체	0.092	4
유연성	0.196	설비 자동화	0.036	8
		정보 자동화	0.069	6

로세스를 재설계후 필요한 부분에 대해서 IT 인프라를 개선하여 야만 과잉투자를 방지하고 투자 후 효과를 볼 수 있을 것 이라고 생각하는 것으로 판단된다.

4.3 IPA 분석

4.3.1 현재수준(만족도)

각 Sub 기본요소별 현재수준에 대하여 9점 척도로 평가한 결과, 내부 공급망 통합, 설비자동화, 정보자동화, 비즈니스 프로세스 재설계 및 개선 순으로 나타났다.

4.3.2 중요도 및 현재수준(만족도)

스마트 공급망 구현 우선순위 분석 시 중요도와 현재수준을 동일한 척도에서 비교하기 위해 중요도(또는 현재수준)가 가장 낮은 항목을 0점으로, 가장 높은 항목을 5점으로 두고 비율에 따른 값을 계산하는 min-max법을 활용하였다(〈식 1〉 참조). 계산 결과는 〈Table 10〉과 같다.

$$Score = (S_{max} + S_{min}) * \frac{(x_i - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})}$$

S_{max} : 전환하고자 하는 척도의 최대값
 S_{min} : 전환하고자 하는 척도의 최소값
 x_i : 특정기준으로 평가된 값
 x_{max} : 특정기준으로 평가된 값 중 최대값
 x_{min} : 특정기준으로 평가된 값 중 최소값

〈식 1〉

4.3.3 IPA 분석결과

스마트 공급망 구현 우선순위 도출을 위한 IPA 포트폴리오

차트를 설정하기 위해 중요도와 현재 수준의 중앙값을 이용하였다. IPA 분석결과 〈Figure 5〉에서 보는 바와 같이 내부 공급망 통합은 중요도와 현재수준이 높아 좋은 성과를 계속유지 하도록 하여야 하나, 외부 공급망 통합과 비즈니스 프로세스 재설계 및 개선은 중요도가 높은 반면에 현재수준이 낮아 중점적인 개선이 필요한 것으로 나타났다. 외부 공급망 통합 부분에 있어서는 컨설턴트는 내부 공급망에 비해 상대적으로 낮게 평가하여(〈Table 10〉참조) 점진적 개선이 필요하다고 평가하였다. 이처럼 두 집단 모두 공급망 통합이 스마트 공급망 구현을 위해 중요하다고 평가하였고 내부 공급망 통합은 현재 수준도 다른 요소보다 최고로 평가하여 현상유지를 하여야 하나 외부 공급망 통합 부분에 있어서는 제조업 전문가는 현재 수준이 낮아 중점 개선이 필요하다고 판단한 반면(〈Figure 6〉참조) 컨설턴트는 점진적 개선이 필요하다고 평가하였다(〈Figure 7〉 참조).

5. 결론

5.1 연구결과 요약

본 연구의 목적은 경영환경의 복잡성, 불확실성 및 기타 요인들로 인해 기존 공급망 운영 시에 지속적으로 개선이 요구되고 있는 과다재고, 재고부족 및 운송지연과 같은 수요 공급 불일치 문제점을 해결 하여 모든 고객이 지속적으로 원하고 있는 품질이 우수하고 값이 더 저렴한 제품을 더 빠른 시간에 보다 우수한 서비스를 제공하기 위한 방안으로 센서, RFID, 사물인터넷(IoT), 사이버 물리시스템(CPS)등 최신 신기술을 이용하여 스마트 공급망을 구현하기 위해 필요한 기본 요소들을 선행연구 고찰을 통해 도출한 후 AHP와 IPA 분석 방법을 이용하여 실증적으로 분석한 후 기업에서 스마트 공급망 구현 시 전략적으로 우선적으로 시행하여야 할 대상을 제시하고 제조업과 컨설팅사 전

Table 10. Weight of Sub-Basic Factors and Current Level

Sub 기본 요소	중요도(그룹별)			현재수준(그룹별)		
	전체	제조업	컨설턴트	전체	제조업	컨설턴트
내부 공급망 통합	5.000	3.940	5.000	5.000	5.000	5.000
외부 공급망 통합	3.878	5.000	1.539	0.730	0.616	1.204
업무적용가능 시뮬레이션 모델링	0.426	0.625	0.463	0.000	0.000	0.000
조직프로세스 변경	0.000	0.258	0.080	2.116	2.534	1.389
비즈니스 프로세스 재설계 및 개선	2.707	3.860	0.987	2.314	3.219	1.296
정보시스템 재설계 및 교체	0.190	0.000	0.719	2.029	2.534	1.574
설비 자동화	0.301	1.050	0.000	2.423	1.644	3.704
정보 자동화	0.523	0.754	0.428	2.314	2.329	2.500

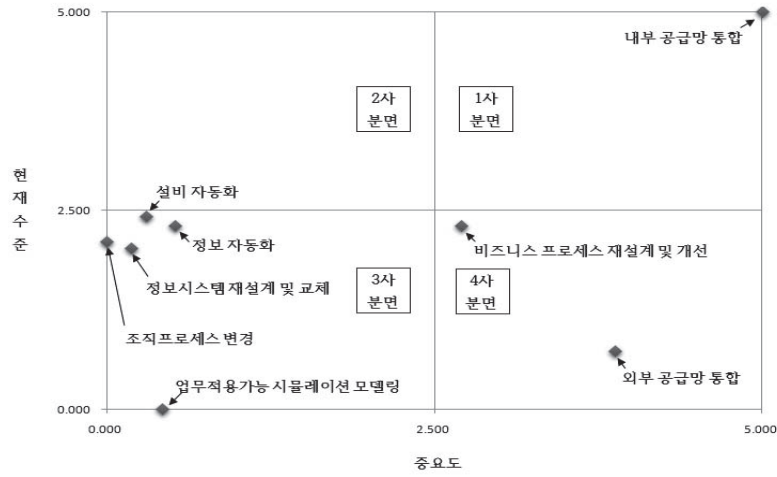


Fig. 5. IPA Portfolio Chart (All)

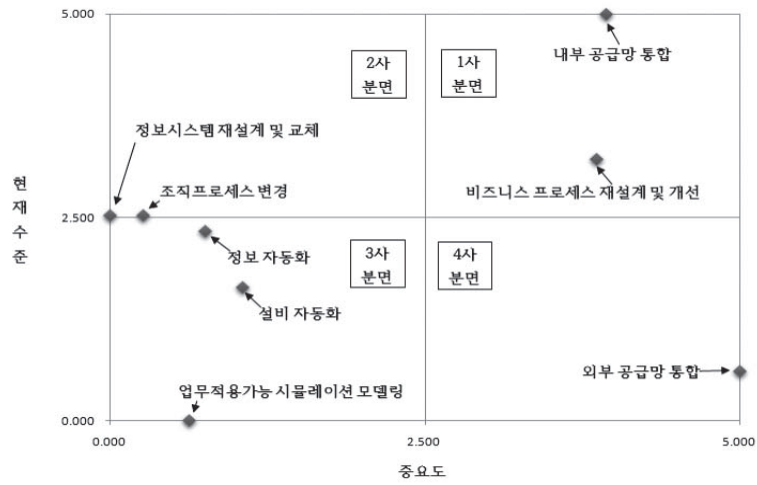


Fig. 6. IPA Portfolio Chart (Manufacturing)

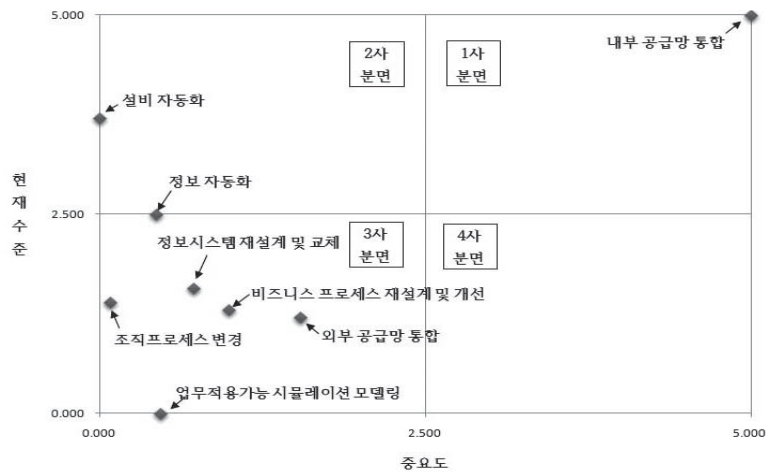


Fig. 7. IPA Portfolio Chart (Consultant)

문가의 인식의 차이를 비교하여 차이점을 찾아봄에 따라 늘어나고 있는 스마트 공급망 구현 프로젝트에 대한 효과적인 방법을 모색하는데 있다. 이를 위해 스마트 공급망 구현 시 대상을 선정하는 기준을 3개(유연성, 비용절감, 서비스)로 설정한 후 구현 시 필요한 기본요소들을 4개의 범주(‘공급망 통합’, ‘빅 데이터 분석체계 구축’, ‘IT 인프라 재정비’, ‘자동화’)로 구분 하였으며, 각 범주에 해당하는 Sub 기본요소(총 8개)를 도출하였다. 이들 기준과 범주 별로 Sub 기본요소들의 중요도와 Sub 기본요소들의 현재수준(만족도) 도출을 위해 설문을 통하여 2개 SCM 혁신 업무 수행 전문가 집단(제조업, 컨설팅사)의 의견을 종합하여 두 집단의 스마트 공급망 구현 Sub기본요소들에 대한 상대적 중요도와 현재수준을 도출하였다.

분석결과를 종합하면 스마트 공급망 구현시 고려되어야 하는 설정기준에 대해서는 서비스(납기/품질)가 가중치 0.523로 가장 중요하다고 두 집단 모두 평가(제조업: 0.468, 컨설팅: 0.632) 하였으나, 유연성, 비용절감에 대해서는 상반된 평가를 하였다. 제조업 전문가는 비용 절감이 유연성 보다 더 중요하다고 평가한 반면에 컨설팅사는 유연성이 비용절감 보다 더 중요하다고 평가 하였다. 이를 바탕으로 스마트 공급망 구현 우선순위를 도출하기 위해 기준과 4개 범주를 고려하여 종합된 Sub 기본요소들의 중요도와 현재수준을 평가한 IPA 분석결과 ‘내부 공급망 통합’은 중요도와 현재수준이 높아 좋은 성과를 계속유지 하도록 하여야 하나, ‘외부 공급망 통합’, ‘비즈니스 프로세스 재설계 및 개선’은 중요도가 높은 반면에 현재수준이 낮아 중점적인 개선이 필요한 것으로 나타났다. 그러나 ‘외부 공급망 통합’ 부분에 있어서는 두 집단 간에 평가의견 차이가 발생하였는데, 컨설팅사는 점진적 개선이 필요하다고 평가하였고 제조업 전문가는 현수준이 낮아 중점 개선이 필요하다고 판단하였다. 따라서 실제 스마트 공급망 구현 검토 시 ‘외부 공급망 통합’ 부분에 대해서는 제조업 전문가와 컨설팅사 의견을 조율하여 추진하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

5.2 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 스마트 공급망 구현에 필요한 기본요소들을 선정하고 해당 분야 전문가들로 부터의 설문 결과들을 AHP와 IPA 기법들로 분석하여 기본요소들의 중요도와 우선순위를 제안하였다.

하지만, 본 연구에서는 스마트 공급망 기본요소의 분류를 기존 연구와 유사한 단계인 전략적 수준에서 분류하였다. 이러한 이유로 실제 기업에 적용 시에는 전략 단위의 적용이 아닌 실제 기업 현장에 바로 적용 가능한 기술 및 요소를 세부적으로 파악,

분류하여 운영 측면에서 접근하여 추가 연구가 필요하다.

또한, 최근의 새로운 신기술을 기업에 적용하는 것은 막대한 비용이 소요되는 투자 리스크가 존재한다. 이에 따라 실제 스마트 공급망 구현 검토시에는 기업 내부적으로 파트너사와 지속적인 비즈니스 모델 혁신을 연구하고 새로운 기술 도입을 위해 사전에 추진하여야 할 비즈니스 프로세스 재설계 및 검토를 하는 것이 IT 재정비를 위한 투자시 리스크를 감소할 수 있다고 판단 된다.

REFERENCES

- [1] Park, C.K. and Kim, C.B.(2013), “A Study on the Relationship among Supply Chain Integration Factors, Supply Chain Integration and Supply Chain Performances : Focused on the Cooperative Companies in the Supply Chain”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 13, No. 1, pp.39~54.
- [2] Cho, D.W. and Lee, Y.H.(2010), “Evaluation for the Value of Information Sharing in a Seasonal Supply Chain”, *Journal of the Korean Society of SupplyChain Management*, Vol. 10, No. 1, pp.163~174.
- [3] Agarwal, N. & Brem, A.(2015), “Strategic business transformation through technology convergence: implications from General Electric’s industrial internet initiative”. *International Journal of Technology Management*, 67(2-4), pp.196~214
- [4] Balasingham, Kajanthe. (2016) “Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies”, MS thesis.University of Twente.
- [5] Braunscheidel, M.J., Suresh, N.C. and Boisnier, A.D. (2010). “Investigating the impact of organizational culture on supply chain integration”. *Human Resource Management*. 49(5). 883-911.
- [6] Cachon, G.P. and Fisher, M. (2000), “Supply chain inventory management and the value of shared information”, *Management Science*, Vol. 46 No. 8, pp.1032~1048.
- [7] Chow, W.S., Madu, C.N., Kuei, C.H., Lu, M.H., Lin, C. and Tseng, H. (2008), “Supply chain management in the US and Taiwan: an empirical study”, *Omega*, Vol. 36, pp.665~679.

- [8] Chui, M., Loffler, M. and Roberts, R. (2010), "The internet of things", *McKinsey Quarterly*, No. 2, pp.1~9.
- [9] Detlor, B. (2010), "Information management", *International Journal of Information Management*, Vol. 30, pp.103~108.
- [10] Eurich, M., Oertel, N. and Boutellier, R. (2010), "The impact of perceived privacy risks on organizations' willingness to share item-level event data across the supply chain", *Electronic Commerce Research*, Vol. 10, pp.423~440.
- [11] Hopkins, M.S., LaValle, S., Lesser, E., Shockley, R. and Kruschwitz, N.(2011), "Big data,analytics and the path from insights to value", *MIT Sloan Management Review*, Vol. 52 No. 2, pp.21~32.
- [12] Karen Butner, (2010), "The smarter supply chain of the future", *Strategy & Leadership*, Vol. 38 Iss 1 pp.22~31.
- [13] Khan, O., Stolte, T., Creazza A., ZNL Hansen. (2016). "Integrating product design into the supply chain". *Cogent Engineering*. Vol. 3 Iss 1 pp.1~24
- [14] Kumar, R.S. and Pugazhendhi, S. (2012), "Information sharing in supply chains: an overview". *Procedia Engineering*. 38, pp.2147~2154.
- [15] Lee, S. K., Kwon, H. R., Cho, H., Kim, J., & Lee, D. (2016), "International Case Studies of Smart Cities: Singapore, Republic of Singapore". Inter-American Development Bank.
- [16] Wu Lifang, Xiaohang and Alan Jin David C. Yen,(2016), "Smart supply chain management: a review and implications for future research", *The International Journal of Logistics Management*, Vol.27 Iss 2 pp.395~417.
- [17] Mackelprang, A. W., Robinson, J. L., Bernardes, E., & Webb, G. S. (2014). "The relationship between strategic supply chain integration and performance: A meta-analytic evaluation and implications for supply chain management research". *Journal of Business Logistics*, 35(1).
- [18] Masciari, E. (2012), "SMART: stream monitoring enterprise activities by RFID tags", *Information Sciences*, Vol. 195, pp.25~44. 71~96.
- [19] Ma, H.D. (2011), "Internet of things: objectives and scientific challenges", *Journal of Computer Science and Technology*, Vol.26, No.6, pp.919~924.
- [20] Marshall, T. (2012), "Here's the thing about the internet of things", *Backbone Magazine*, February- March, pp.12~13.
- [21] McCrea, B. (2012), "Wireless evolution: getting closer", *Logistics Management*, Vol.51, No.8, pp.60~62.
- [22] Simchi-Levi D, Kaminsky P, Simchi-Levi E.(1999). "Designing and managing the supply chain". New York: McGraw-Hill/Irwin.
- [23] Wiengarten, F., Pagell, M., Ahmed, M. U., & Gimenez, C. (2014), "Do a country's logistical capabilities moderate the external integration performance relationship?". *Journal of Operations Management*, Vol.32, No.1, p.51~63.
- [24] Wong, C.W.Y., Lai, K.H. and Cheng, T.C.E. (2012). "Value of information integration to supply chain management: roles of internal and external contingencies", *Journal of Management Information Systems*. Vol. 28, No. 3, pp.161~191.
- [25] Zhang, Renping, and Junrong Liu. (2015), "On the Core Competence of Chinese Manufacturing Industry under the New Formats of "Internet Plus"-A Case Study on Furniture Industry", *Journal of Service Science and Management*, Vol.8, pp.886~893.
- [26] Zhao, X., Huo, B., Flynn, B. B., & Yeung, J. H. Y.(2008), "The impact of power and relationship commitment on the integration between manufacturers and customers in a supply chain", *Journal of Operations Management*, Vol.26, No.3, pp.368~388.
- [27] Zhi Cao Baofeng Huo Yuan Li Xiande Zhao. (2015), "The impact of organizational culture on supply chain integration: a contingency and configuration approach", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 20, No. 1 pp.24~41.
- [28] Zhu, X., Mukhopadhyay, S.K. and Kurata, H. (2012), "A review of RFID technology and its managerial applications in different industries", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol.29, pp.152~167.



신 장 철

울산공과대학 재료공학 학사
 포항공과대학교 철강학 석사
 현재: 인천대학교 동북아물류대학원 박사
 과정
 관심분야: SCM, 철강산업정보관리



임 옥 경

인천대학교 무역학 학사
 인천대학교 물류학 석사
 현재: 인천대학교 동북아물류대학원 박사
 과정
 관심분야: SCM, 네트워크최적화



박 영 환

인하대학교 항공공학과 학사
 콜로라도대 기계공학과 석사
 현재: 인천대학교 동북아물류대학원 박사
 과정
 관심분야: 철강물류, 철강 SCM



송 상 화

KAIST 산업공학 학사
 KAIST 산업공학 석사
 KAIST 산업공학 박사
 현재: 인천대학교 동북아물류대학원 부교수
 관심분야: SCM, 물류관리

잔존가치를 고려한 이항수율 생산 프로세스 분석*

최성용* · 김진민**† · 맹주열***

연세대학교 경영학부* · 고려대학교 글로벌비즈니스대학 융합경영학부** · 퍼시픽 루터대학교 경영대학***

An Analysis of Binomial Yield Production Process considering Salvage Value

Sungyong Choi* · Jinmin Kim**† · Jooyol Maeng***

*Division of Business Administration, Yonsei University

**Division of Business Administration, Korea University Sejong Campus

***School of Business, Pacific Lutheran University

We study how to determine the optimal lot size in a production process with binomial yield. First, we review the precedent studies in binomial yield production processes in inventory management literature. In results, an extended new model is presented to consider salvage values for leftover inventories. We initially formulate it as a discrete (unconstrained) optimization model, and then convert it as a corresponding continuous (unconstrained) optimization model by the normal approximation. Finally, we prove the concavity of the model, and examine the impact of salvage value on the optimal lot size. All of these analytical results are also confirmed computationally with the numerical examples generated by Monte Carlo simulation.

Keywords: Yield management, Binomial yield production process, Normal approximation, Salvage value

1. Introduction

Determining an order quantity plays a vital role in a production system (Jeong *et al.*, 2002). In a demand-driven production process, the mismatch situation between demand and supply is quite common, which can be analyzed using a

newsvendor approach in inventory management literature. More specifically if demand of a product exceeds order quantity, a company not only loses an opportunity for sales, but also incurs cost of stock-out due to inventory shortage. On the other hand, if demand is less than the order quantity, its surplus stocks may either become obsolete or depreciate in value. While many papers have studied optimal lot-sizing

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2016S1A5A8020293).

† **Corresponding author:** Division of Business Administration, Korea University Sejong Campus, 2511, Sejong-ro, Seochang-ri, Jochiwon-eup, Sejong-si, 30019, Korea. Tel: +82-44-860-1573, E-mail: tristan1031@korea.ac.kr

Received : 4 October 2016, **Revised :** 9 February 2017, **Accepted :** 23 February 2017

problems in various areas of study (Kim, 2010; Kim *et al.*, 2014), it is the newsvendor model that can reflect such mismatch situation effectively in lot-sizing models in literature of inventory management. In this paper, by using the newsvendor approach, we study an optimal lot sizing problem for the inventory managers who want to maximize their expected profit when demand of a product is predetermined and production yield exhibits uncertainty through a probability distribution.

This paper presents an optimal lot-sizing model in a binomial yield production process with non-rigid constant demand where the yield of the production follows the binomial distribution. Here, rigid demand model implies that production processes should be made over and over again until the full demand is met. On the other hand, non-rigid demand model means that there is only one chance for the production process, so production amount may not be equal to the demand. In addition, we consider a single-product, single-stage production process with non-rigid demand when salvage value is included in the objective function. This model, first formulated as a discrete optimization problem, is converted to a corresponding continuous optimization problem through normal approximation, and the result of the analysis is presented in this paper.

The remainder of this paper is organized as follows. In section 2, we provide literature reviews related to production yield problems. Section 3 shows the formulation of the model. Then, sections 4 and 5 show the analytical and numerical results, accordingly. Finally, section 6 provides concluding remarks and directions for future research.

2. Literature Review

In inventory management literature, the following papers have studied production yields that follow the binomial distribution in multi-stage serial systems. Lee and Yano (1988) studied a multi-stage serial system to consider random demand. The production process in a stage has its yield independently. They aim to determine the optimal input quantity in each stage. Yano and Lee (1995) provided a broad review of inventory literature, particularly for the

mathematical models in the lot-sizing problem with random production yield. Barad and Braha (1996) studied make-to-order production systems in single or successive production processes when yields follow the binomial distribution. Braha (1999) worked on an approximation method for each production process in a multi-stage serial system with binomial yield. Grosfeld-Nir *et al.* (2000) considered total cost with inspection and manufacturing costs to study a multi-stage production process. In addition, this paper also considered other probability distributions than binomial yield, which are interrupted geometric (IG) and discrete uniform (DU) yields. Then, the former assume that if some units of a lot are defective, all of the remaining units are also defective. On the other hand, the latter indicates the situation of “common cause yield, which is often found in batch production processes. Grosfeld-Nir and Gerchak (2002) studied re-manufacturing capacity in both single and multi-stage production systems where defective items can be reworked at each stage.

There are some more papers that studied binomial yield in the literature of inventory management. Fadiloglu *et al.* (2008) analyzed the choice of multiple suppliers with binomial yield under the EOQ (Economic Order Quantity) problem setting. The results show that single sourcing is an optimal choice. Tajbakhsh *et al.* (2010) showed a similar result in a supply chain setting.

As far as in our best effort in literature review, one of the most similar works to ours is Choi *et al.* (2016) which also studied a production process with binomial yield, but did not consider salvage value. By comparison, this paper allows any arbitrary salvage value and extends the model in Choi *et al.* (2016) which shows the contribution and value of this work.

In fact, a few papers can be found in inventory management literature to consider salvage value in binomial yield production models. Grosfeld-Nir and Ronen (1993) studied a single bottleneck case in a multi-stage production system with multiple manufacturing subsystems. In results, their analysis showed that nonnegative salvage value decreases the production cost. Then, both Henig and Gerchak (1987) and Grosfeld-Nir and Gerchak (2004) also considered salvage value in their models.

In addition, the impact of salvage value has been studied in various problem settings in literature. Monga and Zuo (2001)

studied a manufacturing design model to consider salvage value in a parallel multi-stage production process. Then, they suggested an optimal policy to minimize relevant depreciation costs in the life cycle of the production process through reliability-based design. Cachon and Kök (2007) suggested an evaluation model for salvage value to establish the optimal pricing policy in a newsvendor model. Although traditional newsvendor models consider salvage value as constant, it may often be irrational in practical situations. Then, they consider more realistic salvage value including the case of nonlinear functions. Mishra and Shah (2008) studied an inventory problem of a product which has a discounted salvage value over time. Chien (2010) studied the impact of salvage value by considering customers' optimal exchange time to their products, and derived an optimal policy with a comparison whether to give a warranty to customers or not. Tripathy and Pradhan (2012) considered the products with continuous demands and depreciation over time. Then, their models studied the impact of salvage value on products to analyze when to deliver the products and how to pay for them.

3. Model Formulation

We use the following parameters in this paper, and variables used in this model contain both decision variables and random variables. This model belongs to a stochastic optimization problem because the objective is to maximize the expected profit.

<Parameters>

- n : demand for a (non-defective) finished good
- c : acquisition and production cost per unit of product
- r : revenue per unit (of non-defective item)
- b : shortage cost per unit when demand exceeds production
- p : probability of an individual item becoming non-defective finished product in the lot, $0 \leq p \leq 1$
- s : salvage value per unit when production exceeds demand

<Decision Variable>

- x : production quantity for finished goods (both defective and non-defective)

<Random Variable>

Q : actual (non-defective) production quantity given as a binomial random variable.

One core assumption in this problem is that demand of a non-defective, finished product is predetermined and constant while yield from each lot size is given as a random variable. In other words, when demand for finished goods is 100, producing 100 products is the optimal solution if there is no uncertainty in production yield. Moreover, even if defective items can be produced, yield can be not given as a random variable. For example, if we consider a scenario where a half of the lot always yields defective items while the rest non-defective ones, planning production of 200 finished goods would be the optimal solution by yielding 100 functional items for sales, i.e., one needs to plan for a production quantity exceeding demand due to production of defective items along with non-defective ones. However, in reality, a production yield of non-defective items varies all the time, so it is more realistic to model it as a random variable. In other words, production yield can be either higher or less than demand for finished goods, and in either case, cost is incurred because of mismatch between supply and demand.

The formulation which considers salvage value in this paper is given below, and the profit function $\Pi(x, Q)$ of x and Q is defined in equation (1). The symbol $(\cdot)^+$ indicates that a positive number in the parentheses will come out the same number while negative number or zero in it will give 0. Also, $Bin(x, p)$ in (2) represents the binomial distribution with parameters x and p . This random variable has an average of xp and variance $xp(1-p)$. Furthermore, based on problem definition, we have $0 \leq Q \leq x$ and $0 \leq n \leq x$.

$$\Pi(x, Q) = -cx + r \min(Q, n) - b(n - Q)^+ + s(Q - n)^+ \quad (1)$$

where $Q \sim Bin(x, p)$ with

$$P(Q=q) = \binom{x}{q} p^q (1-p)^{x-q} \quad (2)$$

The first term in equation (1) is the cost of acquisition and production for entire goods, which is represented by a multiple of x units of production quantity and the per-unit acquisition

and production cost c . The next term is the revenue generated from sales, where planned production quantity is given in x and the actual yield quantity Q . The smaller of demand quantity n and Q becomes non-defective production quantity for sales. Therefore, the total revenue can be obtained by selling the minimum of Q and n , i.e., $\min(Q, n)$, at the price of r . The last two terms in equation (1) pertain to costs incurred from mismatch between n and Q . The third term is stock-out cost due to not producing enough quantity. If $Q < n$, the amount of shortage $(n - Q)$ multiplied by per-unit shortage cost b becomes the cost of stock-out. On the other hand, if $Q > n$, shortage does not occur, and the cost of stock-out becomes 0. Finally, the fourth term is related to salvage value. If $Q > n$, $(Q - n)$ units are overproduced, and these items can be salvaged at the value of s each. On the other hand, if $Q \leq n$, overproduction does not occur, and the total salvage value becomes 0.

The objective function is to maximize the expected profit as shown below. This model does not impose any constraints other than the nonnegative condition for x , i.e., $x \geq 0$, to make the problem nontrivial. Therefore, it is considered as an unconstrained optimization problem. Then, in order to avoid trivial cases, it is required to hold an additional condition, $r > c > s$.

$$\begin{aligned}
 & \max_{x \geq 0} \mathbb{E}[\Pi(x, Q)] \\
 &= \mathbb{E}[-cx + r\min(Q, n) - b(n - Q)^+ + s(Q - n)^+] \\
 &= -cx + r \sum_{q=0}^n q \binom{x}{q} p^q (1-p)^{x-q} \\
 &\quad + rn \sum_{q=n+1}^x \binom{x}{q} p^q (1-p)^{x-q} \\
 &\quad - b \sum_{q=0}^n (n - q) \binom{x}{q} p^q (1-p)^{x-q} \\
 &\quad + s \sum_{q=n+1}^x (q - n) \binom{x}{q} p^q (1-p)^{x-q}
 \end{aligned} \tag{3}$$

4. Analysis

In this section, we begin our analysis by proving concavity of the model as it is a maximization problem.

Theorem 1. $\mathbb{E}[\Pi(x, Q)]$ is a concave function with respect to x .

Proof) This theorem aims to prove our objective function represented in equation (3). The first term $-cx$ is linear in x , so also is concave in x . Then, the sum of the other three terms is (piecewise) concave and kinked linear in Q because the sum of the three terms has a slope of s , if $Q > n$, but $r + b$ otherwise, which is higher than s . As Q is a linear function of $\mathbb{E}[Q] = xp$ and also x , so is the sum of the three terms in x . Thus, the sum of the three terms is also concave in x .

Due from the above proof in Theorem 1, we could show the concavity of the objective function in the original model, indicating the existence of the optimal solution. However, the original model, represented by equation (1), is a discrete optimization problem. Thus, while the objective function of the model is concave, the model is neither continuous nor differentiable, making our further analysis intractable. Please note that the concavity of the model is not subject to the continuity or differentiability of the model. Then, for our further comparative static analysis using differentiation, the remedy is to convert the original discrete model into a corresponding continuous and differentiable model using normal approximation method as follows:

$$\begin{aligned}
 & \max_{x \geq 0} \mathbb{E}[\Pi(x, Q(x))] \\
 & \cong -cx + r \int_0^n q f(x, Q(x)) dq + rn \int_n^x f(x, Q(x)) dq \\
 & \quad - b \int_0^n (n - q) f(x, Q(x)) dq + s \int_n^x (q - n) f(x, Q(x)) dq
 \end{aligned} \tag{4}$$

where $Q(x) \sim N(xp, xp(1-p))$ with

$$f(Q(x)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi xp(1-p)}} \exp\left(-\frac{(q-xp)^2}{2xp(1-p)}\right) \tag{5}$$

Here, $N(xp, xp(1-p))$ in (5) represents the normal distribution with mean xp and variance $xp(1-p)$. With this conversion, the approximation model in equation (4) allows an effective analysis by possessing two nice properties, continuity and differentiability, although the approximation model does not match perfectly with the original one. However, in literature, Box, Hunter and Hunter [2] shows that the binomial distribution becomes sufficiently close to its normal approximation when both $xp \geq 5$ and $x(1-p) \geq 5$ are satisfied by either having x sufficiently large or p close to 0.5. Thus, it can be considered that the concavity in the original

model is still preserved in the approximation model. Then, the rest of the analysis is based on approximation model represented in (4) and (5), and the equation (4) can be rewritten by rearrangement as follows:

$$\begin{aligned} & \max_{x \geq 0} \mathbb{E}[\Pi(x, Q(x))] \\ & \cong x(rp - c) - b \int_0^n (n - q)f(x, Q(x))dq \\ & - (r - s) \int_n^x (q - n)f(x, Q(x))dq \end{aligned} \quad (6)$$

Then, the first-order derivative of $E[\Pi(x, Q)]$ above with respect to x can be described as follows.

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \mathbb{E}[\Pi(x, Q(x))]}{\partial x} \\ & = (rp - c) - b \int_0^n (n - q)f_x(x, Q(x))dq \\ & - (r - s) \left(\int_n^x (q - n)f_x(x, Q(x))dq + (x - n)f(x, Q(x)) \right) \end{aligned} \quad (7)$$

Here, $f_x(x, Q(x))$ is the first derivative of $f(x, Q(x))$ with respect to x . As it is unable to obtain the closed-form optimal solution, we analyze the monotonicity of the impact of salvage value on the optimal lot size in Theorem 2. We also confirm the monotonicity numerically in the next section by using Monte Carlo simulation.

Theorem 2. When the demand (n) goes to infinity, the (approximate) optimal lot size monotonically increases when the salvage value (s) increases.

Proof) In order to determine the impact of salvage value (s), we derive the second-order mixed partial derivative of $E[\Pi(x, Q)]$ with respect to s and x is given by Leibniz's rule as follows:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \mathbb{E}[\Pi(x, Q(x))]}{\partial s \partial x} \\ & = \int_n^x (q - n)f_x(x, Q(x))dq + (x - n)f(x, Q(x)) \end{aligned} \quad (8)$$

Then, the sign of equation (8) is indeterminate, and depends

on parameter values. However, the right-hand side of equation (8) goes to zero when n is sufficiently large. Note that in equation (6),

$$\begin{aligned} 0 & \leq \int_n^x (q - n)f(x, Q(x))dq \\ & \leq \int_n^x (x - n)f(x, Q(x))dq = (x - n)f(x, Q(x)) \int_n^x dq \\ & = (x - n)^2 f(x, Q(x)) \leq x^2 f(x, Q(x)) \end{aligned} \quad (9)$$

Here, the third equality in equation (9), $\int_n^x (x - n)f(x, Q(x))dq = (x - n)f(x, Q(x)) \int_n^x dq$, holds true because $f(x, Q(x))$ is not a function of q . Then, if $n \rightarrow \infty$, $x^2 f(x, Q(x)) \rightarrow 0$ as $f(x, Q(x))$ decreases exponentially with $n \leq x$. So, if $n \rightarrow \infty$, $\int_n^x (q - n)f(x, Q(x))dq \rightarrow 0$. Then, the first-order derivative of $E[\Pi(x, Q)]$ with respect to x in equation (7) changes to

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \mathbb{E}[\Pi(x, Q(x))]}{\partial x} \\ & = (rp - c) - b \int_0^n (n - q)f_x(x, Q(x))dq \end{aligned} \quad (10)$$

Thus, the second-order mixed derivative of $E[\Pi(x, Q)]$ with respect to x and s becomes to be zero, which is nonnegative.

5. Numerical Results

In this section, we examine a comprehensive numerical test to confirm our analytical findings. We apply Monte Carlo simulation for the model. Then, the simulation process can be described as follows. Yield (Q) is randomly generated from a binomial distribution with a sample size 1000. Then we replace the original yield distribution with the 1000 realized fixed values from the sample. In doing so, the resulting models become to be deterministic models by removing uncertainty of the original models. More specifically, the (initial) approximate model is converted to a linear programming model while the (initial) exact model is figured in a MATLAB code by enumeration.

In the example, we consider a base case where we choose the model parameters such as $c=20, r=70, b=100, n=40, p=0.8$,

$s=10$. As both $xp \geq np=40 \cdot 0.8=32$ and $x(1-p) \geq n(1-p)=40 \cdot 0.2=8$ are higher than 5, it is expected that our approximate model is sufficiently close to the original model. Then, the (numerical) optimal solution is given as $x=55$ for the exact model and $x=54.748$ for the approximate model with the error gap 0.46%. For the case of objective function, the (numerical) optimal objective value is 1717.897 for the exact, original model and 1720.691 for the approximate model with the error gap 0.16%. From this numerical result, the level of accuracy of our approximation model compared to the original one is very high, which justifies our analysis in this work. It should be more evident when our approximation is compared with a possible and simple heuristic solution, $n/p=40/0.8=50$. In fact, this heuristic solution will be simply obtained when the randomness of our binomial yield is removed and the resulting yield is fixed with the expected number of the binomial yield. Consequently, the resulting error gap of the heuristic solution is 9.1%. From that sense, our approximation model shows much less error gap compared with the heuristic solution, and our model provide much better results than the heuristic solution.

Next, we provide 14 more scenarios including the base case, which means totally 15 scenarios for our computational study. Since all of xp and $x(1-p)$ are larger than 5 for all of the 15 scenarios, the approximation models can be good substitute for the original models in all of the 15 scenarios. Then, we conduct our sensitivity analysis with the 15 scenarios (base case: scenario 1 and the other 14 cases: scenario 2 through 15) in terms of to the three model parameters, salvage value (s), demand (n) and non-defective probability (p). More specifically, we split the 15 scenarios into three groups and use the first five scenarios (group 1 through 5) for the sensitivity analysis in terms of the salvage value, $s=2, 6, 10, 14, 18$. In doing so, we can focus on the impact of salvage value on the optimal lot size, and the results are tabulated at Table 1. Here, the labels, 'Exact X ' and 'Approximate X ' indicate the optimal lot size in the (numerical) exact and approximate models. According from the results in Table 1, our Theorem 2, saying that increased salvage value leads to higher optimal lot-size, is confirmed numerically. Similarly, we use the next five scenarios (scenario 6 through 10) and last five scenarios (scenario 11 through 15) for the sensitivity analyses in terms of demand, $n=30, 40, 50, 60, 70$, and non-

defective probability, $p=0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$, respectively. Then, the results of the sensitivity analyses in terms of demand and non-defective probability are also summarized at Tables 2 and 3, respectively. According from Tables 2 and 3, the movement pattern in the optimal lot size is consistent with our insights, indicating increased demand (or decreased non-defective probability) leads to higher optimal solution. Finally, in our numerical examples, we generate the parameters randomly in each scenario from certain predefined uniform distributions.

6. Conclusion

This paper studies the optimal lot sizing problem in a binomial yield production process. We first formulate a discrete optimization model when production yield follows the binomial distribution, and converts it into an unconstrained continuous optimization model by using the normal approximation. We also consider a salvage value in the model, extending the previous studies in literature. As a result, the reality of the model to industry has been improved. Then, we prove the concavity of the model, and conduct our comparative static analysis. All of the analytical results are confirmed with the numerical examples.

As a concluding remark, the contributions of this paper can be summarized as follows. First, our research model is unique and analytically challenging. We provide a reformulation to convert a discrete optimization model into a continuous model successfully. In doing so, it is possible to analyze the model effectively to conduct our comparative static analysis with numerical examples. Although we are not able to derive the closed-form optimal solution, such situation is neither uncommon in literature of inventory management, nor lower the value of the analysis. Second, our approximation method shows much better results than in the corresponding deterministic heuristic model where a random yield of Q is replaced by the expected yield. It implies that our approximate optimal solution has a much less error gap compared with the exact optimal solution than the heuristic solution. Thus, by deriving the approximate model, we can analyze the model, otherwise intractable.

Table 1. Impact of salvage value (s) on the optimal lot size

Scenario 1) $c=20, r=70, b=100, n=40, p=0.8$					
Salvage value (s)	2	6	10	14	18
Exact X	54	54	55	55	56
Approximation X	53.889	54.278	54.748	55.347	56.184
Scenario 2) $c=33, r=65, b=100, n=35, p=0.54$					
Salvage value (s)	2	6	10	14	18
Exact X	67	67	68	68	69
Approximation X	67.041	67.373	67.731	68.118	68.538
Scenario 3) $c=26, r=88, b=120, n=67, p=0.57$					
Salvage value (s)	2	6	10	14	18
Exact X	125	125	126	127	128
Approximation X	124.932	125.485	126.093	126.766	127.523
Scenario 4) $c=39, r=63, b=85, n=42, p=0.77$					
Salvage value (s)	2	6	10	14	18
Exact X	56	56	57	57	57
Approximation X	56.160	56.378	56.616	56.877	57.167
Scenario 5) $c=41, r=53, b=87, n=56, p=0.47$					
Salvage value (s)	2	6	10	14	18
Exact X	115	116	116	116	117
Approximation X	115.179	115.514	115.867	116.241	116.638

Table 2. Impact of demand (n) on the optimal lot size

Scenario 6) $c=20, r=70, b=100, p=0.8, s=10$					
Demand (n)	30	40	50	60	70
Exact X	42	55	68	81	94
Approximation X	41.623	54.278	67.799	80.796	93.754
Scenario 7) $c=47, r=86, b=82, p=0.52, s=4$					
Demand (n)	30	40	50	60	70
Exact X	57	76	95	114	133
Approximation X	56.747	75.901	95.065	114.235	133.410
Scenario 8) $c=39, r=51, b=116, p=0.78, s=16$					
Demand (n)	30	40	50	60	70
Exact X	41	54	67	80	93
Approximation X	40.882	54.087	67.247	80.375	93.477
Scenario 9) $c=27, r=63, b=91, p=0.68, s=7$					
Demand (n)	30	40	50	60	70
Exact X	47	63	78	93	108
Approximation X	47.489	62.735	77.916	93.051	108.152
Scenario 10) $c=32, r=75, b=112, p=0.42, s=11$					
Demand (n)	30	40	50	60	70
Exact X	74	98	123	147	171
Approximation X	74.077	98.398	122.657	146.873	171.056

Table 3. Impact of non-defective probability (p) on the optimal lot size

Scenario 11) $c=20, r=70, b=100, n=40, s=10$					
Non-defective probability (p)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Exact X	108	88	74	63	55
Approximation X	107.813	87.801	73.717	63.139	54.278
Scenario 12) $c=25, r=55, b=106, n=46, s=14$					
Non-defective probability (p)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Exact X	120	98	83	71	62
Approximation X	120.150	98.340	82.903	71.278	62.053
Scenario 13) $c=30, r=51, b=92, n=68, s=9$					
Non-defective probability (p)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Exact X	170	139	117	101	89
Approximation X	169.549	139.081	117.866	101.316	88.626
Scenario 14) $c=31, r=79, b=87, n=51, s=4$					
Non-defective probability (p)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Exact X	128	105	89	76	67
Approximation X	128.362	105.227	88.826	76.527	66.857
Scenario 15) $c=44, r=76, b=90, n=34, s=5$					
Non-defective probability (p)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Exact X	80	67	57	50	44
Approximation X	79.976	67.182	57.512	50.023	44.013

As limitations of our work, we focus on binomial distribution for the random yield and non-rigid fixed constant for demand function. First, with regard to the yield, some other distributions may be considered except binomial distribution such as IG and DU suggested by Grosfeld-Nir *et al.* (2000). However, as also mentioned at Grosfeld-Nir *et al.* (2000), both distributions are more relevant to multi-stage production processes, which are not in our foci. Second, with regard to the demand distribution, rigid demand can be another type of demand function. However, production runs are repeated until the full demand is satisfied in rigid demand model. That is, the newsvendor approach cannot be applied for rigid demand model as the newsvendor approach handles one-shot mismatch due from the randomness in yield or demand. In conclusion, although more generalized model settings in different types of distribution or demand functions may be considered, such modifications does not mean natural extensions from our work. Rather than they lead to fundamental changes in the models, by themselves, and research methodology. From that sense, we plan to leave those models for our future works.

REFERENCES

- [1] Barad, M., Braha, D. (1996), "Control limits for multi-stage manufacturing processes with binomial yield", *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 47(1), pp. 98~112.
- [2] Box, G., Hunter, J., Hunter, W. (2005), *Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery*, 2nd Ed., Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey.
- [3] Braha, D. (1999), "Manufacturing control of a serial system with binomial yields, multiple production runs, and non-rigid demand", *IIE Transactions*, Vol. 31, pp. 1~9.
- [4] Cachon, G. P., Kök, A. G. (2007), "Implementation of the newsvendor model with clearance pricing: how to (and how not to) estimate a salvage value", *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 9(3), pp. 276~290.
- [5] Chien, Y. H. (2010), "The effect of a pro-rata rebate warranty on the age replacement policy with salvage value consideration", *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 59(2), pp. 383~392.

- [6] Choi, S., Jeon, S., Kim, J., Park, K. (2016), "A newsvendor analysis of binomial yield production process", Working Paper, Division of Business Administration, Yonsei University.
- [7] Fadiloglu, M. M., Berk, E., Gürbüz, M. C. (2008), "Supplier diversification under binomial yield", *Operations Research Letters*, Vol. 36, pp. 539~542.
- [8] Grosfeld-Nir, A., Gerchak, Y. (2002), "Multistage production to order with rework capability", *Management Science*, Vol. 48(5), pp. 652~664.
- [9] Grosfeld-Nir, A., Gerchak, Y. (2004), "Multiple lot sizing in production to order with random yields: review of recent advances", *Annals of Operations Research*, Vol. 126, pp. 43~69.
- [10] Grosfeld-Nir, A., Gerchak, Y., He, Q. M. (2000), "Manufacturing to order with random yield and costly inspection", *Operations Research*, Vol. 48, pp. 761~767.
- [11] Grosfeld-Nir, A., Ronen, B. (1993), "A single bottleneck system with binomial yields and rigid demand", *Management Science*, Vol. 39(5), pp. 650~653.
- [12] Henig, M., Gerchak, Y. (1987), "The structure of period review policies in the presence of variable yield", Working Paper, Department of Management Sciences, University of Waterloo.
- [13] Jeong, C. S., Lee, Y. H., Yoo, I. S. (2002), "A model for multi-criteria supplier selection and order quantity allocation in supply chain management", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 1(2), pp. 85~94.
- [14] Kim, E. (2010), "Implementation of a vendor-managed inventory agreement in a two stage push-pull supply chain", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 10(2), pp. 63~71.
- [15] Kim, H. S., Kim, K. S., Park, Y. S., Jeong, S. J. (2014), "Production and direct shipment linkage model in a decentralized batch manufacturing environment: Focused on Paint Industry", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 14(1), pp. 89~102.
- [16] Lee, H. L., Yano, C. A. (1988), "Production control in multistage systems with variable yield losses", *Operations Research*, Vol. 36(2), pp. 269~278.
- [17] Mishra, P., Shah, N. H. (2008), "Inventory management of time dependent deteriorating items with salvage value", *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 2(16), pp. 793~798.
- [18] Monga, A., Zuo, M. J. (2001), "Optimal design of series-parallel systems considering maintenance and salvage value", *Computers & industrial engineering*, Vol. 40(4), pp. 323~337.
- [19] Tajbakhsh, M. M., Lee, C. G., Zolfaghari, S. (2010), "On the supplier diversification under binomial yield", *Operations Research Letters*, Vol. 38, pp. 505~509.
- [20] Tripathy, C., Pradhan, L. (2012), "An EOQ model for three parameter weibull deterioration with permissible delay in payments and associated salvage value", *International Journal of Industrial Engineering Computations*, Vol. 3(2), pp. 115~122.
- [21] Yano, C. A., Lee, H. L. (1995), "Lot sizing with random yields: a review", *Operations Research*, Vol. 43(2), pp. 311~334.

**최성용**

KAIST 경영과학과 이학사
 Rutgers Univ. 경영학 박사
 현재: 연세대학교 원주캠퍼스 경영학부
 조교수
 관심분야: 공급체인 경영, 재고관리, 리스
 크 관리

**김진민**

고려대학교 경영학과 학사
 고려대학교 경영학과 석사
 고려대학교 경영학박사
 현재: 고려대학교 세종캠퍼스 경영학부
 조교수
 관심분야: Supply chain coordination,
 서비스전략, 재고관리

**맹주열**

연세대 전파공학과 공학사
 Stanford Univ. 통계학 이학석사
 Purdue Univ. 경영학 박사
 현재: 퍼시픽 루터대 경영대학 조교수
 관심분야: 공급체인 경영, 재고관리, 게임
 이론

공급 체인 내 갑-을 관계에서 정보 비대칭이 초래하는 사회적 후생 손실의 추정에 관한 연구

김태호[†] · 김상현 · 채병찬 · 이상훈

인천대학교 경영학부

An Approach to the Estimation of the Loss in Social Welfare Caused by Information Asymmetry between Principal and Agent within a Supply Chain

Taeho Kim[†] · Sang-Hyun Kim · Byeong-Chan Chae · Sang-Hoon Lee

Department of Business Administration, Incheon National University

Agent tries to get some extra profit or utility by utilizing its own asymmetric information of the level of its effort in the actions with principal in the Principal-agent relationship within a supply chain. However, though this trial from agent may increase its own profit or utility it may generate the loss in social welfare decrease because it decreases the profit of principal by more amount than the increase in the profit or utility of agent. This paper deals with the estimation of this loss in social welfare. In order to do it, we calculate the profit or utility of agent and principal under both case of information symmetry and information asymmetry of the level of agent's effort and compare them under a simple contract context. In conclusion, we can observe the existence of the loss in social welfare and estimate the size of it.

Keywords: Principal-agent, Social welfare, Supply chain, Information asymmetry

1. 서론

공급 체인을 구성하는 인접한 두 플레이어, 예를 들면 부품이

나 원재료를 공급하는 공급업자와 완제품을 생산하는 생산자, 또는 완제품 생산자와 완제품을 유통하는 유통업자 사이에 관계를 결정하는 계약을 설계하는 문제는 갑-을 관계 모형 (Principal-agent model)이라는 이름 아래 많은 연구가 있어

[†] Corresponding author: Department of Business Administration, Incheon National University, 119, Academy-ro, Yeonsu-gu, Incheon, 22012, Korea
Tel: +82-32-835-8733, E-mail: thkim@inu.ac.kr

왔는데 (Bogetoft and Olesen, 2004; Hueth and Melkonyan, 2004) 본 연구에서는 다양한 산업의 특성과 상관 없이 일반적으로 적용될 수 있는 계약 설계 모형을 개발하고 그를 활용하여 을의 노력 수준에 대한 정보 비대칭이 존재하는 경우 그로 인해 야기될 수 있는 사회적 후생 손실의 규모를 계산하고자 시도한다. 이렇게 계산되는 사회적 후생의 손실 규모는 도덕적 해이 (Moral hazard)로 인한 사회적 손실 규모로 해석될 수 있으며 결국 정보 비대칭의 해소를 위해 사회적으로 용인될 수 있는 투자의 상한선이 된다 (Salanie, 2005).

언급된 바와 같이, 공급체인에서 발생하는 계약과 그로 인한 관계 관리의 문제는 흔히 갑-을 관계 모형 (Principal-Agent 모형)의 형태로 주로 다루어져 왔다 (Salanie, 2005; Laffont and Marimont, 2001; Grossman and Hart, 1983). 요약하자면, 2명의 계약의 주체 중 강한 협상력을 가지는 쪽이 갑이 되고 그렇지 않은 쪽이 을이 되어서 갑은 을에게 자신과의 계약에 참여할 수 있도록 유도하는 최소한의 효용이나 이익을 보장해주면서 자신의 효용이나 이익을 최대화할 수 있도록 을에 대한 보상 체계 (Incentive system)를 설계하고자 한다는 것이다. 이 과정에서 을이 갑과의 계약 내용을 실행하는데 있어 을의 노력이나 타입에 대해 존재할 수 있는 정보 비대칭을 이용하여 추가적인 효용이나 이익을 얻고자 시도할 수 있기 때문에 이를 막기 위해 을이 자신의 타입에 대해 사실을 말하게끔 유도하고 최선을 다해 노력하게끔 유도할 수 있는 보상 체계가 마련되어야 한다. 을이 자신의 타입에 대한 정보 비대칭을 활용하여 추가적인 이익을 얻고자 하는 것을 역선택 (Adverse selection)이라고 정의하며, 노력 수준에 대한 정보 비대칭을 활용하여 추가적인 이익을 얻고자 하는 것을 도덕적 해이 (Moral hazard)라고 정의한다 (Salanie, 2005).

이러한 보상 체계는 정보 비대칭으로 인해 발생하는 문제를 해결하는 것 뿐 아니라 을이 갑에게 보여주는 성과도 반영해야 하는데 을의 좋은 성과가 갑의 좋은 성과로 이어지게 되기 때문이다 (Grossman and Hart, 1983). 을이 갑에게 보여주는 성과는 전통적으로는 주로 수량적인 측면을 강조했으나 (Holmstrom and Milgrom, 1994) 최근에는 수량적인 측면에 더해 품질적인 측면도 함께 반영하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다 (Jano and Hueth, 2013; Song, et al., 2011; Alexander, et al., 2007; Kim, 2006; Hueth and Melkonyan, 2004). 본 연구에서도 품질을 수량과 함께 성과에 포함시키는 계약 모형을 제시하고 있다.

위에서 언급된 바와 같이 본 연구는 공급 체인 내에서의 계약 모형을 제시하고 실제 계약 과정에서 갑과 을 사이에 정보 비대칭을 이용하여 을이 추가적인 이익이나 효용을 얻고자 할 경우

발생하는 사회적 후생에서의 손실을 평가하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 을의 성과와 을이 투입한 노력을 불연속적으로 측정하는 불연속 계약 모형과 그들을 연속적으로 측정하는 연속 계약 모형을 제시하고, 각각에 대하여 을의 노력에 대한 정보가 대칭적인 경우와 비대칭적인 경우에 대하여 갑과 을이 얻는 효용이나 이익을 계산하고 비교하는 방식을 채택하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 다음 장에서 본 연구에서 활용하고자 하는 계약 모형들을 기술하고, 3장에서는 가상적인 데이터를 활용하여 계산을 한 결과를 도출하며, 마지막으로 결론을 기술한다.

2. 이론적 배경과 계약 모형

서론에서 언급된 바와 같이 각 산업별로 계약의 형태가 다르게 나타나게 되지만 일반적인 계약 모형을 수립할 수 있는 공통되는 점이 존재하는데 아래와 같다.

먼저 을의 성과 척도로서 수량 Q 와 품질 q 를 정의할 수 있으며 을이 갑과 계약한 작업을 수행하는 과정에서 투입한 노력이나 작업 수행 능력을 θ 로 정의한다. 본 연구에서는 을의 노력을 연구 대상으로 하므로 을이 투입한 노력을 θ 로 정의한다. 을의 성과 척도와 투입한 노력을 모두 불연속으로 측정하는 불연속 계약 모형의 경우는 주로 Hueth and Melyankon (2004)의 모형을 수정하여 사용하였는데 을이 갑에게 공급하는 제품의 품질은 $q \in \{q_1, q_2\}$, 수량은 $Q \in \{Q_1, Q_2\}$ 로 정의하며, 을이 투입한 노력은 $\theta \in \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}$ 로 정의한다. 여기서 q_2 는 q_1 보다 좋은 품질을 의미하고, $Q_1 < Q_2$ 이며, $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$ 이다. 그러므로 을의 가능한 성과 조합은 (q_1, Q_1) , (q_1, Q_2) , (q_2, Q_1) , 그리고 (q_2, Q_2) 의 4가지가 가능하게 된다. 불연속 계약 모형과 다르게 성과 척도들과 노력을 모두 일정 구간에서 연속인 값으로 측정하게 되는 연속 계약 모형은 이들을 각각 $\underline{Q} \leq Q \leq \bar{Q}$, $\underline{q} \leq q \leq \bar{q}$, 그리고 $\underline{\theta} < \theta < \bar{\theta}$ 로 정의되며 가능한 성과 조합은 (Q, q) 의 무한 조합으로 나타나게 된다. 값이 을의 작업의 대가로 을에게 제공하는 보상은 w 로 정의한다.

계약 모형의 수립을 위해서는 갑과 을의 효용함수에 대한 정의가 있어야 한다. 갑의 경우에는 위험 중립으로 가정하여 따로 효용함수를 도입하지 않고 이윤함수를 그대로 사용하고 을의 경우에는 위험 기피자로 가정하여 w 와 θ 의 함수로서 특정 von Neumann-Morgenstern 효용함수 $U(w, \theta)$ 를 도입하여 사용한다 (McLaren, 2013; Hueth and Melkonyan, 2004). 본 연구에서 $U(w, \theta)$ 는 Grossman and Hart (1983)과 Hueth and Melkonyan (2004)에서와 같이

$$U(w, \theta) = G(\theta) + K(\theta) V(w) \quad (1)$$

의 형태로 정의하는데, 그 이유는 이런 형태의 효용함수를 사용하면 우리는 w 와 θ 가 separable하게 효용값에 영향을 미치게 할 수 있기 때문이다. 실제로 을의 효용함수에서 노력과 소득의 관계가 종속적으로 나타나게 된다면 을은 무조건 높은 소득을 얻는 방향으로 노력의 수준을 결정하게 될 것이므로 갑의 입장에서 을의 노력을 조절할 수 있는 계약을 설계할 필요가 전혀 없어지게 되고 갑을 관계 문제도 존재하지 않게 된다(Grossman and Hart, 1983). 특별히 본 연구에서는 multiplicatively separable한 효용함수를 사용하기 위하여 $G(\theta)=0$ 으로 하고 $K(\theta)$ 는 positive exponential 효용함수의 한 형태인 $K(\theta)=e^{\rho\theta}$ 이며 (여기서 ρ 는 을의 위험 기피도를 나타냄 (Varian, 2009)), $V(w)=-e^{-\rho w}$ 가 된다. 본 연구에서 사용하는 형태의 효용함수가 만족시켜야 하는 4가지 가정을 충족시키는 경우 $V(w)<0$ 이어야 한다. Figure 1은 1보다 작은 특정 ρ 값에서 $V(w)$ 와 $K(\theta)$ 의 형태를 보여준다.

그리고 을이 계약에 참여하도록 갑이 보장해 주어야 하는 최

소 수준의 효용인 reservation utility는 \underline{U} 로 정의한다. Figure 2의 첫 번째 그림은 w 와 θ 의 범위가 각각 0과 1사이일 때 $U(w, \theta)$ 의 모양을 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 을의 효용은 보상 w 가 증가함에 따라 증가하게 되고 노력이 증가함에 따라 감소하게 된다. 더 나아가서 을이 θ 수준의 노력을 수행하는데 소요되는 최소 비용을 $C(\theta)$ 로 정의할 수 있는데 이것을 갑의 입장에서 보면 갑이 을에게 주는 보상으로 정의할 수도 있다 ($w=C(\theta)$). 그래서 Figure 2의 오른쪽에 있는 그래프를 통해 왼쪽 그래프의 단면을 보면 2개의 곡선이 단 한번만 서로 교차하는 형태를 띠게 된다. 이러한 현상은 보상 수준이 낮을 때는 을은 적은 노력을 통해 더 큰 효용을 얻을 수 있고, 보상 수준이 점차 높아짐에 따라 을의 노력 수준이 을이 얻는 효용에 미치는 영향이 점점 줄어들게 되며, 보상 수준이 아주 높아지면 을이 얻는 효용은 을의 노력 수준과 완전히 독립이 됨을 의미한다 (Spence-Mirrless condition) (Salanie, 2005). 갑은 을이 갑이 원하는 노력 수준을 투입하도록 하려면 보상 수준을 증가시키면서 적절한 보상 수준을 결정해야 하는 것이다.

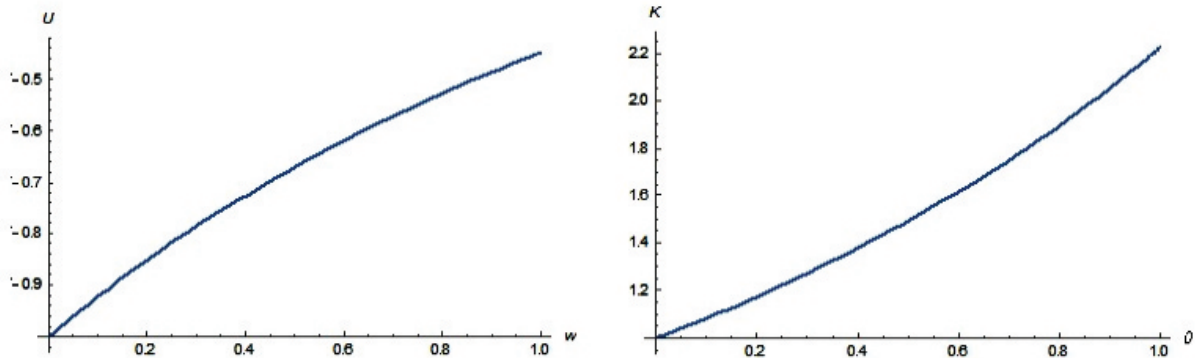


Fig. 1. Shapes of functions included in Agent's utility function

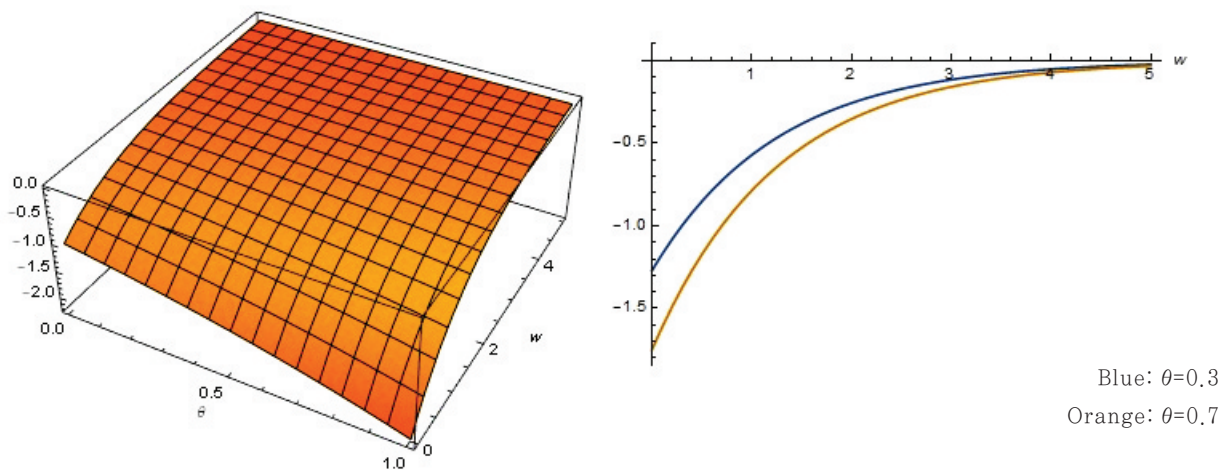


Fig. 2. Shape of on Neumann-Morgentern utility function of agent

갑의 경우에는 위험 중립성을 가정하므로 을로부터 공급받은 것을 가지고 얻게 되는 이익을 정의하면 되는데 본 연구에서는

$$\Pi(q, Q) = pqQ - c(q) \quad (2)$$

의 형태로 표현한다. 여기서 p 는 갑이 을로부터 공급받은 원재료나 부품을 가지고 생산한 완제품의 단위가격이고, $c(q)$ 는 q 의 품질을 가지는 원재료나 부품을 가지고 완제품을 생산하는데 추가로 소요되는 가공 또는 처리 비용이다. 본 이익함수는 가격 p 가 미리 정해져 있고 매출이 품질과 수량에 대해 비례적으로 증가한다고 (수량과 품질이 독립적으로 보상된다고) 가정한다. 이처럼 품질을 가격과 품질에 영향을 미치는 요인으로 간주하기보다는 수량과 독립적으로 보상되는 것으로 표현하는 것이 계산 가능성의 측면에서 보다 경제적이면서도 일반성을 해치지 않는 것으로 인정되고 있다(Bogetoft and Olesen, 2004). 그러므로 갑의 문제는 결국 아래 이윤 최대화 문제를 푸는 것으로 요약될 수 있을 것이다. 갑이 위험 회피자일 경우 이익함수 대신 갑에게 대해서도 효용함수를 사용해야 해서 갑이 을에게 지불하는 비용과 갑이 을의 성과로부터 얻는 혜택을 분리해서 분석하지 못하므로 분석의 복잡성이 증대되게 된다, 그럼에도 불구하고 본 연구에서처럼 갑이 위험 중립임을 가정하고 수행한 분석의 방법과 결과는 그대로 적용될 수 있다(Grossman and Hart, 1983).

$$\begin{aligned} V_p &\equiv \max_{\theta} \Pi(q, Q) - C(\theta) \\ &= \max_{\theta} pqQ - c(q) - C(\theta) \end{aligned} \quad (3)$$

계약 과정에서 을의 노력에 대한 정보 비대칭이 존재하는 경우에는 갑의 기대 이익과 을의 기대효용을 계산해야 하기 때문에 을의 노력 수준에서 성과 Q 와 q 를 얻을 수 있는 확률을 계산해야 한다. 불연속 계약 모형의 경우에는 위에서 언급한 4가지 가능한 결과에 대해 특정 확률을 정하게 되고, 연속 계약 모형의 경우에는 을의 노력 수준의 조건부 함수로서 을의 성과 Q 와 q 의 결합 확률분포함수 $f(q, Q | \theta)$ 정의하게 된다.

위와 같은 모형을 기초로 하여 본 연구가 제시하는 계약모형은 아래와 같다.

(1) 정보 대칭을 가정하는 불연속 · 연속 계약 모형

$$\begin{aligned} &\max_{\theta} pqQ - c(q) - C(\theta) \\ &\text{s.t.} \\ &e^{\theta} e^{-\rho w} \geq \underline{U} \quad (\text{IR}) \end{aligned} \quad (4)$$

위의 모형에서 보는 바와 같이 정보 대칭의 경우에는 갑은 을에게 reservation utility를 보장하면서 자신의 이익을 최대화할 수 있는 수준의 노력 (θ)를 을이 하도록 하게 하는 보상의 수준을 결정하는 것을 목표로 한다. 그러므로 목적함수 외에 을의 reservation utility를 보장할 수 있는 Individual rationality (IR) 제약식만 있으면 된다.

(2) 각 θ_i 를 위한 정보 비대칭을 가정하는 불연속 계약 모형

$$\begin{aligned} &\max_{\theta} \sum_q \sum_Q \Pr(q, Q | \theta_i) \{pqQ - c(q) - C(\theta_i)\} \\ &\text{s.t.} \\ &e^{\theta_i} \sum_q \sum_Q \Pr(q, Q | \theta_i) v_{qQ} \geq \underline{U} \quad (\text{IR}) \\ &e^{\theta_i} \sum_q \sum_Q \Pr(q, Q | \theta_i) v_{qQ} \geq e^{\theta_j} \sum_q \sum_Q \Pr(q, Q | \theta_j) v_{qQ} \quad \text{for all} \\ &\theta_i \neq \theta_j \quad (\text{IC}) \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 두 번째 제약식은 을이 θ_i 수준의 노력을 할 때 다른 수준의 노력을 할 때보다 더 많은 기대 효용을 얻을 수 있음을 의미하는 Incentive compatibility (IC) 제약식을 나타낸다. v_{qQ} 는 $V(w(q, Q))$ 를 나타내는 것으로 성과에 대한 함수로서 보상이 주어질 때 을이 얻게 되는 효용을 나타내는 것으로

$$\begin{aligned} C(\theta_i) &= \\ &\min_{v_{qQ}} \left\{ \sum_q \sum_Q \Pr(q, Q | \theta_i) V^{-1}(v_{qQ}) | (IR), (IC) \right\} \end{aligned} \quad (6)$$

를 풀어서 얻을 수 있는 값들이고 결과적으로 $C(\theta_i)$ 가 계약 수행의 결과로 갑이 을에게 주는 보상이 되는 것이다.

(3) 정보 비대칭을 가정하는 연속 계약 모형

$$\begin{aligned} &\max_{\theta} \int_q \int_Q \{pqQ - c(q)\} f(q, Q | \theta) dq dQ - C(\theta) \\ &\text{s.t.} \\ &e^{\theta} \int_q \int_Q v_{qQ} f(q, Q | \theta) dq dQ \geq \underline{U} \quad (\text{IR}) \\ &e^{\theta} \int_q \int_Q v_{qQ} f(q, Q | \theta) dq dQ \geq e^{\theta'} \int_q \int_Q v_{qQ} f(q, Q | \theta') dq dQ \quad \text{for} \\ &\theta \neq \theta' \quad (\text{IC}) \end{aligned} \quad (7)$$

연속 결합 확률분포함수를 사용하는 것을 제외하고는 정보 비대칭을 가정하는 불연속 계약 모형과 같고 보상을 구하기 위해

아래를 풀어야 한다.

$$C(\theta) = \min_{u,q} \left\{ \int_q \int_Q V^{-1}(v_{qQ}) f(q, Q | \theta) dQ dq (IR), (IC) \right\} \quad (8)$$

정보 비대칭 계약 모형에서 Incentive compatibility 제약식은 을이 특정 수준의 노력을 했을 때 다른 수준의 노력을 했을 때보다 많은 효용을 얻을 수 있도록 보상이 결정되어야 함을 의미하는데 이점이 Grossman and Hart (1983)이 제안한 계약 모형을 각 수준의 노력에 대해 최적의 보상 수준을 결정하는 문제로 세분하여 분석하는 방법의 핵심이 되고 본 연구에서도 같은 접근법을 사용한다.

3. 실증 결과

본 장에서는 위의 이론적인 계약 모형을 사용하여 가상의 데이터를 가지고 정보 대칭인 경우와 정보 비대칭인 경우에 갑이 얻을 수 있는 이익과 을이 향유할 수 있는 효용을 계산하여 실제로 차이가 존재하는지를 실증해 본 결과를 제시하고 그로부터 정보 비대칭으로 인한 사회적 후생의 손실을 도출하게 된다.

실증 분석을 위해 사용된 데이터는 $q_1=0.15$, $q_2=0.17$, $Q_1=24$, $Q_2=26$, $\theta_1=0.2$, $\theta_2=0.3$, $\theta_3=0.4$, $\underline{Q}=20$, $\bar{Q}=30$, $\underline{q}=0$, $\bar{q}=1$, $\underline{\theta}=0.3$, $\bar{\theta}=0.7$, $\rho=0.8$, $\underline{U}=-0.7$, $P=1$ 이다. 실증 분석을 위한 함수들의 형태는 $c(q)$ 는 불연속 계약 모형에서는 q_1 이면 0.05이고, $q=q_2$ 이면 0이고, 연속 계약 모형에서는

$$c(q) = 0.2(1 - q) \quad (9)$$

$$f(q, Q | \theta) = \frac{1}{-5.3\theta^2 - 2.103\theta + 13.20} \cdot \frac{1}{\theta} \cdot e^{-\frac{1}{\theta}(0.12q + 0.01Q)} \quad (10)$$

가 된다. 주요 데이터들은 Hueth and Melkonyan (2004)의 것을 기초로 하여 수정하여 사용하였다. Figure 3은 $\theta=3$ 일 때와 $\theta=0.7$ 일 때 도출된 $f(q, Q | \theta)$ 의 형태를 보여주는데 θ 가 커지게 되면 을의 성과가 낮게 나올 확률은 줄어들고 높게 나올 확률은 높아지게 되는 것을 볼 수 있다.

실증 분석을 위한 데이터와 함수를 가지고 실제 계산을 수행하기 위하여 Mathematica 7.0과 Lingo 14.0 소프트웨어를 사용하였다. 그 결과는 아래와 같다. 먼저 불연속 계약 모형에서 정보의 대칭을 가정하는 경우 을은 θ_1 일 때 0.6458, θ_2 일 때 0.7458, 그리고 θ_3 일 때 0.8458의 보상을 갑으로부터 받게 되어

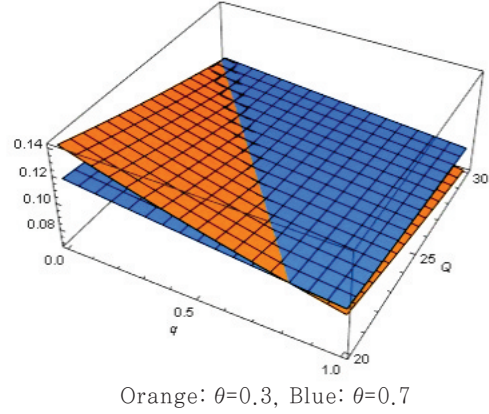


Fig. 3. Shape of probability density function for performance conditioned on agent's effort

서 그 효용수준은 -0.7000로 동일하다. 이런 결과는 정보 대칭의 경우 갑이 을에게 Individual Rationality를 정확히 만족시키는 수준, 다시 말해서 reservation utility를 정확하게 보장해주는 보상을 할 것이라는 논리로 설명될 수 있을 것이다. 그리고 이 계약을 통해서 갑이 얻는 이익은 을의 노력 수준이 θ_1 일 때 3.616, θ_2 일 때 3.729, 그리고 θ_3 일 때 3.663이 된다. 불연속 계약 모형에서 정보의 비대칭을 가정하는 경우 을은 θ_1 일 때 0.6458, θ_2 일 때 0.7522, 그리고 θ_3 일 때 0.8642의 보상을 갑으로부터 받게 되어서 그 효용수준은 각각 -0.594, -0.350, -0.508이 된다. 그리고 갑이 얻는 기대 이익은 각각 3.117, 3.221, 그리고 3.144이 된다.

결과적으로, 불연속 계약 모형에서 정보 대칭의 경우에 을은 자신의 노력 수준과 상관없이 언제나 동일한 효용 (\underline{U})을 얻게 되므로 어떤 수준의 노력을 해도 무차별하지만, 갑의 경우는 을이 θ_2 의 노력을 할 때 가장 큰 이익을 얻게 되므로 을이 θ_2 의 노력을 투입하도록 을에게 0.7522의 보상을 주면 된다. 정보 비대칭의 경우에도 갑과 을 모두 θ_2 일 때 가장 큰 기대 이익과 효용을 얻을 수 있으므로 을이 θ_2 의 노력을 투입하도록 갑은 역시 0.7522를 보상으로 결정하면 된다. 그러므로 정보 비대칭으로 인해 을은 0.350 (-0.350+0.700=0.350)만큼의 추가 효용을 얻을 수 있는데 반해, 갑은 0.508 (3.729-3.221=0.508)만큼의 손실을 보게 되는데 이 차이인 0.158이 이 계약의 정보 비대칭에 의해 발생하는 사회적 후생의 손실로 평가될 수 있다. 더해서 이 손실의 정보 대칭인 경우 사회적 후생에 대한 비율을 계산하면 약 5.2% 정도가 나오는데 이 비율을 사회적으로 발생하는 전체 계약으로 확대하면 상당히 큰 규모가 될 수 있을 것이다.

연속 계약 모형에서 정보의 대칭을 가정하는 경우에 을은 갑에 따라 최소 0.7458에서 최대 1.1458의 보상을 갑으로부터 받

게 되며 그로인해 받게 되는 효용은 불연속 계약 모형에서와 마찬가지로 -0.7000 가 되고, 갑은 13.954 의 이익을 얻게 된다. 그러므로 정보 대칭의 경우에는 역시 계약 모형의 종류와 상관 없이 을이 얻게 되는 효용은 변하지 않으며, 그 수준은 Individual Rationality를 충족시키기에 딱 필요한 수준 만큼인 것을 알 수 있다. 연속 계약 모형에서 정보의 비대칭을 가정하는 경우 을은 θ 가 0.7 일 때 1.4452 의 보상을 갑으로 부터 받게 되고 그 때 을의 기대 효용수준은 70.6735 가 되고 기대 효용이 최대가 되는 θ 는 0.47 정도에서 0.7443 의 보상을 받아서 -0.2831 의 기대 효용을 얻는다. 그리고 갑이 얻는 기대 이익은 각각 6.3225 와 7.5461 이 되며, 갑에게 최대 기대이익을 주는 θ 는 0.58 로서 12.4533 의 기대 이익을 갑에게 주게 되고, 을에게는 0.9165 의 보상을 주고 -0.5597 의 기대 효용을 보장하게 된다.

결과적으로 이 경우 계약은 갑에게 최대 기대 이익을 보장하는 θ 가 0.58 이 되는 점에서 이루어지게 될 것이다. 그러므로 정보 비대칭으로 인해 을은 0.140 ($-0.560+0.700=0.140$)만큼의 추가 이익을 얻을 수 있는데 반해, 갑은 1.401 ($13.954-12.453=1.401$)만큼의 손실을 보게 되는데 이 차이인 1.261 이 이 계약의 정보 비대칭에 의해 발생하는 사회적 후생의 손실로 평가될 수 있다. 역시 이 손실의 정보 대칭인 경우 사회적 후생에 대한 비율을 계산하면 약 9.5% 정도가 나오는데 이 비율을 사회적으로 발생하는 전체 계약으로 확대하면 상당히 큰 규모가 될 수 있을 것이다. 단순한 예로서 2016년 우리나라 GDP의 5.2% 와 9.5% 는 각각 약 $US\$730$ 억과 $US\$1,334$ 억이다 (https://search.naver.com/search.naver?where=nexearch&sm=top_hy&fbm=1&ie=utf8&query=2016+GDP).

4. 결론

본 연구의 결과 공급 체인에서 발생하는 갑과 을 간의 계약에서 정보의 비대칭으로 인해서 사회적 후생의 손실이 발생할 수 있음을 확인하였고 일반적으로 많이 사용되는 특정 효용함수를 가정함에 의해 손실의 규모를 추정할 수 있었다. 실제로 갑과 을 간에 을의 노력 수준에 대한 정보의 비대칭이 존재할 경우 을은 정보 대칭의 경우보다 추가적인 효용을 얻을 수 있었지만 그로 인해 갑은 손실을 입을 수 밖에 없었고 을이 얻는 추가 효용보다 갑의 손실 규모가 큰 것으로 나타나서 사회적으로 보면 손실을 보는 것으로 확인되었다. 그러므로 이런 사회적 후생의 손실을 막기 위해서는 갑과 을 사이의 정보 비대칭을 줄이기 위한 정부와 기업 차원에서의 대처가 요구된다고 할 수 있다.

구체적으로, 정보의 비대칭을 줄이기 위해서 갑이 을의 활동

을 직접 감시하는 방안은 을의 반감을 조장할 수 있기 때문에 바람직하지 못하다 (Holstrom, 1979). 간접적으로 할 수 있는 방안들을 고려할 수 있는데 본 연구에서는 을의 노력과 성과를 좀 더 정확하게 연결함으로써 을이 갑에게 제공하는 성과를 보고 을의 노력 수준을 더 정확하게 추정할 수 있도록 하는 것과 갑과 을이 각자의 전사적 자원 계획 시스템 (ERP 시스템: Enterprise Resource Planning 시스템)을 연결하여 서로 간의 자원 활용과 생산 계획을 실시간으로 공유하는 것을 제안하고자 한다.

첫 번째로 을의 노력과 성과를 좀 더 정확하게 연결한 대처의 사례로서 1994년부터 미국에서 도입된 곡물 보험 (crop insurance)을 들 수 있는데 홍수나 가뭄과 같은 천재지변으로 인해 수확량이 일정 수준 이하로 줄어들었을 때 연방 정부가 보험금 지급을 통해 농부들의 소득을 보전해 주는 취지로 시작되었지만 농부들이 보험에 의지하여 도덕적 해이를 범함으로써 보험 시스템의 존립 자체를 위협할 정도의 손실을 보는 일이 발생하였다. 이에 미국 정부는 개별 농부들의 수확량을 그 농부가 속해 있는 지역의 평균 수확량 (area yield system)과 비교하여 보험금을 지급하도록 정책을 변경함으로써 이 문제를 해결할 수 있었다 (Mahul, 1999; <http://www.rma.usda.gov/fcic/>). 이 사례에서와 같이 을의 노력 수준과 성과 사이의 정확한 연결을 통해서 정보 비대칭으로 인한 사회적 후생의 손실을 줄이도록 정부와 갑 역할을 하는 기업의 대처가 가능할 수 있다.

두 번째로 갑과 을의 관계에 있는 기업들이 자발적으로 서로의 생산 계획과 자원 계획을 공유한 대처의 사례로는 2000년대 초반 성공적인 기업 활동을 했던 Dell Computer Company를 들 수 있는데 부품을 공급하는 기업들과 ERP 시스템을 공유함으로써 Dell은 공급업자들의 노력 수준을 실시간으로 관찰할 수 있었으며, 공급업자들은 Dell의 생산계획을 미리 알아서 공급물량과 품질에 잘 대처할 수 있었다 (<https://www.slideshare.net/VineethKamisetty/dell-case-study-management>). 이 사례에서와 같이 우리나라에서도 공급체인에 속해 있는 기업들 간에 ERP 시스템의 공유를 통해서 역시 정보 비대칭으로 인한 사회적 후생의 손실을 줄일 수 있을 것이다.

본 연구는 현재 진행 중인 연구의 일부로 실증 연구를 위한 데이터와 함수 형태를 간단한 형태로 기존에 존재하는 논문으로부터 인용, 수정하여 사용하였는데 이 점이 가장 큰 한계라고 할 수 있다. 향후 연구는 실제 산업별로 데이터를 수집하고 함수들의 형태도 설정하여 활용한 결과를 도출하여야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Bogetoft, P. and Olesen, H. B.(2004), *Design of Production Contracts: Lessons from Theory and Agriculture*. Copenhagen Business School Press.
- [2] Grossman, S. and Hart, O. D.(1983), "An Analysis of the Principal-Agent Problem", *Econometrica*. Vol. 51(1), pp. 7-46.
- [3] Holstrom, B.(1979), "Moral Hazard and Observability", *The Bell Journal of Economics*. Vol. 10(1), pp. 74-91.
- [4] Holmstrom, B. and Milgrom, P.(1994), "The firm as an incentive system", *American Economic Review*. Vol. 84, pp. 972-991.
- [5] Hueth, B. and Melkonyan, T.(2004), "Quality measurement and contract design: Lessons from the North American sugarbeet industry", *Working Paper*, University of Maryland.
- [6] Jano, P. and Hueth, B.(2013), "Quality incentives in informal markets: The case of Ecuadorian cocoa", *selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2013 AAEA & CAES Joint Annual Meeting*, Washington, DC, August 4-6, 2013.
- [7] Kim, T.(2006), "The effect of standard, grades, and continuous quality regulation on welfare through supply chain", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*. Vol. 6(2), pp. 27-37.
- [8] Laffont, J. and Martimort, D.(2001), *The Theory of Incentive of Incentives I: The Principal-Agent Model*.
- [9] Mahul, O.(1999), "Optimum Yield Crop Insurance", *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 81, pp. 75-82.
- [10] Salanie, B.(2005), *Economics of Contracts*. MIT Press, Cambridge, MA.
- [11] Song, S., Kim, T., and Lee, Y.(2011), "Economics of Quality in Food Procurement Contracting of Child Care Centers", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*. Vol. 11(2), pp. 1-34.



김 태 호

Pennsylvania State University 경영학 박사

현재: 인천대학교 경영학부 교수

관심분야: SCM, 생산운영관리, 계량경영학



김 상 현

인천대학교 경영학 박사

현재: 인천대학교 경영학부 겸임교수, (주)

천우명가 대표

관심분야: 생산운영관리, 재무관리



채 병 찬

인하대학교 경영학 박사

현재: 인천대학교 경영학부 강사, (주)동방
기계산업 대표

관심분야: SCM, 생산운영관리



이 상 훈

인천대학교 경영학 학사

현재: 인천대학교 대학원 경영학과 석사
과정

관심분야: SCM, 생산운영관리, 계량경영학

지속가능성 관점에서 공급사슬의 상생협력과 지속가능성 간의 관계

박찬권 · 서영복[†]

경북대학교 경영학부 강의초빙교수 · 김천대학교 교양학과 조교수

Correlation between Win-Win Cooperation Supply Chains and Sustainability in the Perspective of Sustainability

Chan Kwon Park · Yeong Bok Seo[†]

School of Business Administration, Kyungpook National University
Department of General Education, Gimcheon University

The purpose of this study is to figure out precedence factors consisting of win-win cooperation supply chains in the perspective of sustainability and examine how those precedence factors influence win-win cooperation supply chains and also how win-win cooperation supply chains influence sustainability's three aspects, economic, environmental, and social sustainability. Furthermore, it will investigate win-win cooperation supply chains in terms of their roles as a parameter. To attain the goal, this author has formulated and verified hypotheses.

First of all, precedence factors consisting of win-win cooperation supply chains, transaction fairness, transaction authenticity, social capital, and CSR activity, influence win-win cooperation supply chains in significantly positive ways. Second, win-win cooperation supply chains influence economic, environmental, and social sustainability in significantly positive ways. Third, win-win cooperation supply chains play roles as a parameter between transaction fairness, transaction authenticity, social capital, and CSR activity and economic, environmental, and social sustainability.

Accordingly, this author suggests individual companies composed of supply chains to enhance the level of cooperation as a win-win cooperation supply chain in order to elevate sustainability even further. This study is significant in that it has figured out correlation between the precedence factors of win-win cooperation supply chains, transaction fairness, transaction authenticity, social capital, CSR activity, and a win-win cooperation supply chain and economic, environmental, and social sustainability.

Keywords: Sustainability, Win-Win Cooperation Supply Chains, Sustainability's Aspects

[†] **Corresponding author:** Department of General Education, Gimcheon University, 214, Daehak-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, 39528, Korea.
Tel: +82-54-420-4457, E-mail: yeonbokseo@naver.com

1. 서론

대기업과 중소기업 간의 상생협력은 지난 10년 동안 산업계와 학계의 중요한 이슈로서 끊임없이 논의되어 왔으며, 상생협력을 통해 중소기업에 포함한 공급사슬 전체의 역량을 제고하는 것이 우리나라 제조업의 경쟁력 확보와 유지에 핵심적인 사안이라는 것에는 정부, 산업계, 학계의 의견이 대체로 일치한다(이수열, 2013). 또한 상생협력과 동반성장이 가장 주목을 받는 분야가 공급사슬과 공급사슬 생태계의 영역이며, 생태계의 건전성이 공급사슬 참여자 모두의 성장과 번영을 담보한다는 공급사슬 생태계 이론이 현재 많은 지지를 획득하고 있다(김성희 외, 2010 ; 김승철 외 2011 등). 특히 공급사슬에서 대기업과 중소기업 간의 상생협력은 산업계와 학계의 오래된 주제로서 국내에서도 지난 15년 동안 끊임없이 논의되어 왔다(이수열, 2015a). 이러한 공급사슬에서 협력의 중요성이 강조되는 이유는 현대의 경쟁 양상이 기업 간 경쟁이 아닌 기업이 속한 공급사슬 간의 경쟁으로 변화하여 왔기 때문이다(Ketchen and Guinipero, 2004).

그러므로 개별 기업들은 공급사슬의 구성원으로서 기업들 간 상생협력을 달성하고 이를 통해 품질, 원가, 납기, 유연성, 민첩성, 기술혁신과 같이 경제적 측면에서의 경쟁우위를 달성하고자 하는 것이다. 하지만 최근 공급사슬관리는 사회적, 환경적 측면에서의 주제까지도 다루어야 하는 도전에 직면하여 있고 실제로도 사회적, 환경적 측면과 관련된 다양한 위험이 공급사슬 내에서 나타나며, 여러 경로를 통해서 직·간접적으로 기업 경영에 영향을 미쳐왔다(Handfield et al., 2005). 대표적인 사례를 찾아보면 2001년 Sony사의 게임기 플레이스테이션(PlayStation)의 공급부품에서 검출된 카드뮴 때문에 유럽국가에 대한 수출에 어려움을 겪은 것과 Nike사의 1990년대 중반 동남아 지역 업체의 열악한 노동환경이 고발되어 겪은 불매운동과 고소사건을 예로 들 수 있다. 이러한 사례는 공급사슬에서 사회적, 환경적 문제를 간과하는 방식으로 공급사슬을 관리할 때 개별기업뿐만 아니라 전체 공급사슬이 어떤 위험에 봉착할 수 있는지를 잘 보여준다(이원희 · 이수열, 2014).

또한 육근효(2011)에 의하면 최근에는 기업의 경제적 측면과 환경적 측면 이외에 사회적 측면에 대한 관심도 고조되고 있으며, 지구환경에 대한 배려, 종업원 만족도의 향상, 거래처와의 적정한 거래, 보다 높은 고객만족, 지역사회에 대한 공헌 등의 사회적 책임을 완수하는 것이 기업경영에 있어 중요하며 또한 그러한 기업이 우수한 기업이라는 인식이 확대되고 있고, 사회적 책임 분야에 대한 기업의 대책과 활동이 단기적으로는 비용 증대와 수익 압박요인 작용하지만 사회적 책임을 회피하거나 지

연시키기는 것은 기업들에게 치명적이 될 수 있다고 하였다.

따라서 사회적, 환경적으로 건전한 방식으로 공급사슬을 관리하는 방식이 중요해지면서 전통적인 공급사슬관리 활동에 사회적, 환경적 주제를 통합하여 관리함으로써 공급사슬에서 나타날 수 있는 다양한 위험을 줄이고 공급사슬 전체의 사회적, 환경적 성과를 높여 궁극적으로는 건전하고 역량 있는 공급사슬을 구축하고자 하는 모든 활동으로서 지속가능 공급사슬관리(Sustainable Supply Chain Management)가 새로운 공급사슬의 관리방식으로서 주목을 받는 상황이다(김정근 · 이수열, 2011 ; 이원희 · 이수열, 2014 ; Carter and Easton(2011) ; Carter and Rogers, 2008 ; Elkington, 1998, 2004 등).

그러나 개별 기업뿐만 아니라 전체 공급사슬 구성기업들의 입장에서 다른 거래기업들에게 발주(주문)하고, 공급(납품)하고, 대금을 주고받는 거래(교환)과정은 경영활동 과정에서 자연스러운 현상이며, 다른 거래기업들과의 거래에서 이익이 되는 거래 기업 및 환경 친화적인 경영활동을 하고, 기업의 사회적 책임(Corporate Social Responsibility : CSR, 이하 CSR) 활동을 통해서 사회적 책임을 달성하며, 기업 전체적으로 이미지가 좋은 기업들과는 지속적으로 거래관계를 유지하려고 함으로서 다른 기업들과의 상생협력은 자연스러운 현상이다. 하지만 이익이 되지 않거나 환경오염 유발 및 환경관련 법규를 위반하며 사회적으로 물의를 일으킨 기업들과는 거래를 중단하고, 다른 거래업체들을 찾고자 할 것이므로 상생협력은 불가능 할 것이다. 또한 상생협력 공급사슬을 구성하였다고 하더라도 지속가능 공급사슬 측면으로서 Jacobs and Chase(2014) 등이 제시한 지속가능성의 3가지 차원인 경제적, 환경적, 사회적 관점에서의 지속가능성을 확보할 수 없다면 상생협력 공급사슬의 구성 역시 불가능 할 것이다.

상생협력 공급사슬에 대한 국내 선행연구들로는 박승욱 외(2013), 이수열(2013, 2015a, 2015b) 등이 있다. 그러나 이들 선행연구들의 제한 사항으로서 박승욱 외(2013)는 상생협력과 유사한 동반성장의 선행요인으로 사회적 자본만을 제시하였으며, 지속가능성 측면에 대한 연구 역시 미흡하다. 이수열(2013)의 연구는 상생협력과 관계자본, 공급사슬 성과에 대한 연구이며, 이수열(2015a, 2015b)의 연구는 상생협력의 수준에 따른 집단별 차이분석에 대한 연구로서 상생협력 공급사슬 구성의 선행요인들을 구체적으로 제시하는 측면과 이러한 상생협력 공급사슬의 지속가능성성에 미치는 영향에 대한 부분에서는 일부 제한사항이 있다.

또한 지속가능 공급사슬에 대한 국내 선행연구들로는 문종혁 · 이영해(2010), 우무진 외(2014), 이돈희(2014), 이원희 · 이수열(2014) 등이 있다. 그러나 문종혁 · 이영해(2010)의 연구는

지속가능성과 리스크 관리에 대한 개념적 연구이며, 실증적 연구 부문에서는 일부 제한 사항이 있으며, 우무진 외(2014)의 연구는 지속가능경영성과를 경제적 수익성, 환경적 건전성, 사회적 책임성의 3가지를 제시하였으나, 이들에게 영향을 미치는 요인들로 품질 지향적 기업문화의 요인들로서 고객중심경영, 프로세스 중심, 공급체인 협업의 3가지를 제시하였다. 이돈희(2014)의 연구는 사회자본, 지속가능 SCM, CSR 성과 간의 개념적 연구로서 연구변수들에 대한 실증적 연구 측면에서는 제한 사항이 있다. 또한 이원희·이수열(2014)의 연구는 지속가능 공급사슬의 구성 차원을 거래 공정성, 친환경, 사회책임의 3가지 차원으로 제시하고 이들 지속가능 공급사슬이 관계자본에 미치는 영향과 관계자본이 환경성과와 생산운영성과에 미치는 영향을 연구한 것으로서 사회적 지속가능성과에 미치는 영향을 연구한 측면에서는 제한적이다.

그러므로 본 연구에서는 기본적으로 지속가능성 측면에서 공급사슬의 상생협력에 영향을 미칠 수 있는 선행요인들을 선행연구들을 통해 찾아내고 규명하며, 또한 이들 선행요인들이 공급사슬의 상생협력을 달성하는데 어떠한 영향을 미치는가를 검증하고, 나아가 이러한 공급사슬의 상생협력이 지속가능성의 3가지 측면인 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 어떠한 영향을 미치는가를 확인한다. 또한 공급사슬의 상생협력 선행요인들이 지속가능성 측면에서의 3가지 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 직접적으로 어떠한 영향을 미치며, 공급사슬의 상생협력을 통하여 간접적인 영향을 미칠 수 있으므로 공급사슬의 상생협력의 매개변수로서의 역할도 같이 규명하고자 한다. 이러한 연구를 통하여 공급사슬의 상생협력 달성의 선행요인들과 공급사슬의 상생협력, 3가지 지속가능성 간의 관계를 명확히 규명함으로써 향후 개별 기업들이 지속가능성을 달성하기 위하여는 공급사슬을 통하여 어떠한 부분을 전략적으로 관리하여야 하는지에 대한 내용도 함께 제시할 수 있을 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 1 장은 서론으로서 연구의 배경과 필요성에 대하여 제시하였다. 제 2 장은 문헌연구 및 이론적 배경으로서 본 연구에서 연구하고자 하는 주요 변수에 대한 선행연구들의 내용과 조작적 정의에 대하여 제시하였으며, 제 3 장은 연구가설 및 연구모형에 대한 내용으로 주요 연구변수들 간의 관계와 검증하고자 하는 연구가설 및 연구모형에 대하여 제시하였다. 제 4 장은 실증분석으로서 표본의 설계 및 연구방법론과 연구가설의 검증 결과를 제시하였으며, 마지막으로 제 5 장은 결론 및 향후 연구방향으로서 본 연구의 결과를 간단히 요약하고 학문적·실무적 시사점과 향후 연구방향에 대하여 제시하였다.

2. 문헌연구 및 이론적 배경

가. 상생협력 공급사슬 선행요인

본 연구에서 선정한 공급사슬의 상생협력 선행요인들은 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동이다. 이들 선행요인들은 앞서 제시한 선행연구들(박승욱 외, 2013 ; 이돈희, 2014 ; 이원희·이수열, 2014 등)의 연구를 기초로 하여 선정하였으며, 추가로 거래과정에서 진솔한 마음으로 거래하고자 하는 거래 진정성 항목을 추가하였다. 세부적인 내용을 살펴보면 아래와 같다.

(1) 거래 공정성

공정성은 개인이나 조직이 투입한 노력, 시간, 비용과 제공받은 결과를 비교함으로써 거래(교환)관계의 공정성을 판단하고 이를 토대로 다음 행동을 결정하는 것이다. 이러한 공정성은 과정공정성(Procedural Justice), 상호작용공정성(Interactional Justice), 결과(분배)공정성(Distributional Justice)로 구분한다(Smith et al., 1999 ; Tax et al., 1998 등).

과정공정성은 결과를 획득하기 위하여 이용하는 방법이 공정했는가를 의미한다(Greenburg, 1990). 따라서 과정공정성은 최종결과에 도달하기 위하여 사용되는 과정에 대한 평가이다(Blodgett et al., 1997 ; Tax et al., 1998 등). 그러므로 과정공정성은 거래과정에서 사용되는 규칙이나 규정, 시스템 또는 절차나 과정에 대하여 거래당사자들이 느끼는 공정성을 의미한다. 상호작용공정성은 거래당사자들 간의 인간적인 측면에서의 공정성으로 거래하는 기업의 직원들로부터 인간적인 상호관계에서 공정한 대우를 받았는가에 대한 인식이다(Blodgett et al., 1997 ; Greenburg and McCarty, 1990 ; Smith et al., 1999 ; Tax et al., 1998 등). 즉, 거래과정 및 거래시스템이 정상적으로 작동하였다고 하더라도 거래당사자인 직원의 태도가 예의바르지 못했다면 공정성에 대한 평가는 낮아진다. 결과(분배)공정성은 거래 상대와 서로 거래하는 자원을 분배하는데 있어서 투입과 산출의 비율이 형평성을 이루는 상태이다(Adams, 1963). 또한 개인 혹은 조직은 자신이 받은 최종적인 결과를 통하여 공정성의 여부를 평가하는데(Blodgett et al., 1997 ; Greenburg, 1990 ; Smith et al., 1999 ; Tax et al., 1998 등), 자신들이 거래한 제품 및 서비스의 결과를 다른 사람 및 조직들이 거래한 결과와 비교하게 되고 거래를 통하여 얻고자 했던 결과물에 대한 공정성으로서 경제적인 가치로 환산할 수 있는 거래의 결과에 대한 공정성을 의미한다.

따라서 본 연구에서는 거래공정성을 앞서 제시한 내용들을 참

조하여 “개별 기업들이 투입한 노력, 시간, 비용과 제공받는 결과를 비교함으로써 지각하게 되는 거래(교환)관계의 공정성”으로 조작적 정의를 내리고 선행연구들에서 제시된 연구항목을 바탕으로 측정변수를 선정하였으며, 이를 조사하고자 하였다.

(2) 거래 진정성

진정성은 자신의 가치, 생각, 감정, 신념을 가지고 자신의 내면상태와 표면적인 행동을 일치시키는 것이다(Harter, 2002). 여기에는 자기인식과 자기조절의 두 가지 요소가 포함되어 있는데, 자기인식은 자신의 현재 상태를 파악하는 것으로 목표, 믿음, 감정, 가치관 등을 인식하는 것과 관련이 있으며, 자기조절은 실제로 이루어야 할 결과와 현재 상태를 비교하여 일치하지 않을 경우 이를 해소하기 위한 노력을 하는 것이다. Gilmore and Pine(2007) 역시 진정성을 꾸며진 것이 아니며, 내면과 표면이 다른 것이 아니라 자신의 표면적인 행동과 내면을 일치시키는 것으로 정의한다. 그리고 Beverland(2005)는 상업적인 동기에 기초하기 보다는 소비자 가치를 지향하는 것이라고 하였다.

따라서 본 연구에서는 거래 진정성을 Harter(2002)와 Gilmore and Pine(2007)의 정의를 이용하여 “다른 기업들과의 거래 과정에서 자신의 표면적인 행동과 내면의 상태를 동일하게 유지하는 고객지향적인 태도”로 조작적 정의를 내리고 선행연구들에서 제시된 연구항목을 바탕으로 측정변수를 선정하고 이를 측정하고자 하였다.

(3) 사회적 자본

사회적 자본의 내용은 공급사슬 연구에서 중요한 제반 이론으로 활용되고 있는데(Carey et al., 2011 ; Krause et al., 2007 등), 사회적 자본의 유형과 내용은 연구자들에 따라 조금씩 다르지만 Nahapiet and Ghosal(1998)은 사회적 자본을 구조적 자본(Structural Capital), 인지적 자본(Cognitive Capital), 관계적 자본(Relational Capital)의 3가지로 제시하였는데 구조적 자본은 관계를 맺고 있는 조직들이 서로 얼마나 자주 상호작용을 할 수 있는가에 따라 생성되는 사회적 자본이며, 인지적 자본은 관계를 맺고 있는 조직들 간 서로 얼마나 공통된 목표와 유사한 가치관을 가지고 있는가에 따라 달라지는 사회적 자본이고, 관계적 자본은 관계를 맺고 있는 두 조직들 간 오랜 기간 동안 호혜적 책임과 의무를 수행하는 과정에서 형성되는 사회적 자본으로서 거래기간과 밀접한 관련이 있으며, 단기적인 계약관계의 경우에는 잘 형성되지 않는다고 하였다. 이돈희(2014)는 구조적 자본은 사회 구성원 간 상호 관계의 형태를 포괄하는 개념으로, 인지적 자본은 사회 구성원 간에 공유된 의미와 이해를 나타내

는 측면으로, 관계적 자본은 상호작용 과정에서 구축된 신뢰(Trust), 우호(Friendship), 존중(Respect), 호혜(Reciprocity)의 의미로 제시한다.

따라서 본 연구에서는 Nahapiet and Ghosal(1998)의 연구에서 제시한 내용을 바탕으로 사회적 자본에 대한 조작적 정의를 내리며, 선행연구들을 참조하여 연구항목을 선정하고 이를 측정하고자 하였다.

(4) CSR 활동

CSR은 기업, 이해관계자, 협력업체, 사회 구성원 간의 관계에 있어서 중요한 사회적 이슈가 되었다(이돈희, 2014 ; Barnea and Rubin, 2010 등). Carroll(1991, 1999)은 CSR을 기업은 이익을 창출하는 경제적(Economic) 책임, 지역·국가·국제적 법률을 준수하는 법률적(Legal) 책임, 사회 구성원들 간의 자율적으로 지켜야 할 규범인 윤리적(Ethical) 책임, 스스로 추가적인 행동 또는 활동을 통하여 공공의 기대를 만들고 충족시키는 재량적(Discretionary) 책임의 4가지 차원으로 제시하였으며, Schwartz and Carroll(2003)은 CSR을 경제적·윤리적·법률적 책임의 3가지 차원으로 분류하고, 경제적 책임은 생산성의 통제나 고객 불평·불만 해소 등을 통해 수익을 창출하는 것, 법률적 책임은 사회에 의해 규제되고 준수해야 될 책임을 지키는 것이며, 윤리적 책임은 사회 구성원 및 이해관계자들에 의해 요구 및 기대되는 것을 충족시키는 것이라고 하였다. 또한 Staples(2004)는 기업을 도덕적이고 정직하게 운영하고, 근로자들을 공정·공평하게 대우하며, 종업원들의 인권을 존중하고, 미래 세대를 위해 지속가능한 환경을 구축하여야 한다는 내용으로 CSR을 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 CSR 활동을 Schwartz and Carroll(2003)가 제시한 내용을 바탕으로 조작적 정의를 내리고, 앞서 제시한 선행연구들을 참조하여 연구항목을 선정하고 이를 측정하고자 하였다.

다. 공급사슬의 상생협력

이수열(2013)에 의하면 기업경영에서 상생협력이란 일반적으로 기업과 기업 간의 관계, 특히 공급사슬에서 구매기업과 공급기업 또는 생산자와 판매자 관계에서 나타나는 개체 간 행태를 의미하는데 이제까지 공급사슬에서의 협력은 기업 경쟁력의 원천을 규명하는 가장 중요한 주제로 연구되어져 왔으며, 소수의 공급사, 장기적인 관계, 역량 기반의 공급사 평가, 정보 공유, 지식 이전, 공동개발, 신뢰에 기반을 둔 파트너십을 강조하는 공급사슬 협력은 베스트 실무관행으로 받아들여져 왔다(오중산·이

승규, 2008 ; 이수열, 2015a, 2015b ; Flynn et al., 2010 등). 따라서 상생협력은 대·중·소 파트너십, 공급사슬 통합, 동반 성장 등의 다른 이름으로도 나타낼 수 있으나, 협력적 관계를 통해 중장기적으로 대기업과 중소기업 간의 지속적인 경쟁력 향상을 추구한다는 점에서는 같은 개념이라고 할 수 있다(이수열, 2013 ; 이원희·이수열, 2014 등).

이수열(2015a)에 의하면 상생협력이나 공급사슬 협력의 유사 개념들이 비록 세부적인 측면에서는 차이가 있을 지라도 공통적이고 유사한 내용을 포괄한다는 점에서 상생협력 공급사슬로 통칭하는데 상생협력 공급사슬관리의 첫 번째 차원은 관계적 협력으로 단기적인 관점을 기반으로 하는 기회주의적 행위를 자제하는 것과 장기적인 파트너십을 지향하는 거래 관계와 행위를 하는 것, 두 번째 차원은 운영적 협력으로 실제 기업의 운영 과정에서 발생하는 협력활동을 의미하며, 세 번째 차원은 지원적 협력으로 거래 관계자(공급기업)의 역량 강화를 위한 지원 또는 협력활동을 의미한다.

따라서 본 연구에서도 이수열(2015a)의 연구에서 제시한 상생협력 공급사슬관리의 3가지 차원으로 공급사슬의 상생협력에 대한 조직적 정의를 내리고 선행연구들에서 제시한 내용을 바탕으로 조사항목을 선정 하였으며, 이를 측정하고자 하였다.

라. 지속가능성

기업의 지속가능성은 ‘지속가능 발전(Sustainable Development)’이라는 거대한 담론을 기업 경영의 측면에서 풀이한 개념으로 “우리의 후손이 그들이 원하는 것을 달성하는 능력을 저해하지 않으면서 우리가 우리의 필요를 충족하는 발전을 지향하는 경영활동의 총체”로 이해할 수 있다(이원희·이수열, 2013 ; Jacobs and Chase, 2014 등). 이는 전통적인 경제적 성과뿐만 아니라 사회적, 환경적 성과를 균형된 시각을 갖고 동시에 추구하는 기업경영으로 3가지 축인 경제적, 환경적, 사회적인 목표 달성으로 해석할 수 있다(문중혁·이영해, 2010 ; 우무진 외, 2014 ; Carter and Rogers, 2008 ; Elkington, 1998, 2004 ; Jacobs and Chase, 2014 등).

따라서 지속가능성을 위한 방향은 기업활동을 통한 가치창조와 재화·서비스 생산의 지속성으로서 경제적 지속가능성, 적정 수준의 자원이용 및 자연자원의 보호와 활동을 포함하고 폐기물 배출 감소로서의 환경(생태)적 지속가능성, 지속가능성을 위한 사회제도적 능력의 향상으로서 사회 커뮤니티, 지원, 자선 활동 등과 관련한 사회적 지속가능성의 세 가지 요소가 지속적으로 고려되어야 한다(정규호, 2002 ; 홍성태 외, 2012 등). 세부적인 내용을 살펴보면 아래와 같다.

(1) 경제적 지속가능성

Carter and Easton(2011)과 Carter and Rogers(2008)에서 제시한 지속가능성의 항목을 바탕으로 이돈희(2015, 2016)는 지속가능 SCM에 따른 경제적 성과로는 포장 비용 절감, 재사용 및 재활용을 위한 디자인, 안전과 건강보존 비용 절감, 노동회전율 및 신규 모집 비용 감소 등의 노력을 통해 성과의 향상을 가져온다고 하였다. 또한 박승욱 외(2013)는 동반성장 의지에 따른 기업성과로서 경제적 성과를 제시하였으며, 세부적인 측정 내용으로 제조원가절감, 불량률 감소와 품질 향상, 유연성 향상, 신제품 개발 및 기술력 향상, 수입 부품 대체의 항목으로 측정하였다. 우무진 외(2014)는 경제적 수익성 항목으로 3년 간 지속적 매출성장과 영업이익을 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 경제적 지속가능성을 개별기업의 입장에서 ‘부가가치의 창출 및 재무적인 성과를 포함하는 경제적 성과의 달성’으로 조직적 정의를 내리고, 선행연구들을 참조하여 측정항목을 선정하였다.

(2) 환경적 지속가능성

이수열(2015a)은 환경성과의 항목으로 에너지, 폐기물, 원자재, 오염물질 발생량 저감의 항목으로 측정하였으며, 이수열·이준겸(2015)은 지속가능 성과의 측정 항목으로 환경적 측면에서는 환경성과의 개선 항목을 제시하였으며, Carter and Rogers(2008)과 Carter and Easton(2011)에서 제시한 지속가능성의 항목을 바탕으로 하는 이돈희(2015, 2016)의 연구에 의하면 지속가능 SCM에 따른 환경적 성과는 높은 생산성 수준에서의 노동비용 절감, 낮은 처리비용, 향상된 제품품질, 근무환경의 개선으로 인한 결근율 감소의 성과향상을 가져올 수 있다고 하였다. 또한 우무진 외(2014)는 경제적 수익성의 항목으로는 ISO 14000 시스템 운영, 에너지 절감과 폐기물의 감소, 환경정보 측정과 지표관리를 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 환경적 지속가능성을 개별기업의 입장에서 ‘친환경적인 기업경영의 달성 측면으로 자원의 사용량과 환경관련 지표의 개선’으로 조직적 정의를 내리고, 선행연구들을 참조하여 측정항목을 선정하였다.

(3) 사회적 지속가능성

이수열·이준겸(2015)는 지속가능성과의 측정 항목으로 사회적 측면으로는 지역사회와의 관계, 종업원 인권과 안전, 일반 대중에 대한 책임 항목을 제시하였으며, Carter and Rogers(2008)과 Carter and Easton(2011)에서 제시한 지속가능성의 항목을 바탕으로 이돈희(2015, 2016)는 지속가능 SCM에 따른 사회적 성과는 소비자로부터 하여금 해당 기업에 대한 신뢰성 및 이미지(명성)에 대한 긍정적 인지도 향상을 가져올 수 있

다고 하였다. 또한 우무진 외(2014)는 환경적 책임의 항목으로 재무정보공개, 이해관계자 만족도, 윤리경영 실천여부를 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 사회적 지속가능성을 개별기업의 입장에서 '사회적 책임 활동에 따른 이미지 및 신뢰성의 개선'으로 조작적 정의를 내리고, 선행연구들을 참조하여 측정항목을 선정하고 조사하고자 하였다.

이제까지 본 연구에서의 주요 연구변수들에 대한 선행연구들과 조작적 정의를 살펴보았는데, 본 연구의 연구변수들에 대한 세부적인 측정항목 및 참조 선행연구들을 종합한 결과는 다음의 <Table 1>에 정리하여 나타내었다.

3. 연구가설 및 연구모형

본 연구의 목적은 지속가능성 측면에서 공급사슬의 상생협력을 달성하고자 하는 선행요인들을 선행연구들을 통해 찾아내고 규명하며, 또한 이들 선행요인들이 공급사슬의 상생협력을 달성하는데 어떠한 영향을 미치는가를 규명하고, 이러한 공급사슬의 상생협력이 지속가능성의 3가지 측면인 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 어떠한 영향을 미치는가를 확인하며, 나아가 공급사슬의 상생협력 선행요인들이 지속가능성 측면에서의 3가지 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 직접적으로 어떠한 영향을 미치는가 및 공급사슬의 상생협력의 매개변수로서의 역할에 따른 간접효과도 규명하고자 하는 것이다. 따라서 이를 검증하기 위해 참조한 선행연구들과 수립한 연구가설을 살펴보면 다음과 같다.

가. 연구가설의 수립

(1) 공급사슬의 상생협력 선행요인들과 공급사슬의 상생협력 간의 관계

1) 거래 공정성과 공급사슬의 상생협력 간의 관계

상생협력에 대한 관심이 촉발된 것은 2000년대 초반인데, 우월한 시장 지배력을 가진 대기업이 단기적인 관점에서 기회주의적인 행위를 함으로써 중소기업들이 불공정한 거래에 내몰리게 되는 현상에 대한 우려가 나타난 시기이다. 불공정한 거래 관행에는 중소기업들에 대한 일방적 거래 단절, 일방적 납품단가 인하 요구, 중소기업 기술 무단 도용 및 탈취 등과 같은 행위가 포함된다(상생협력연구회, 2006). 따라서 '갑·을' 관계로 대표되는 대결적인 거래구조로서 개별기업의 단기적인 이윤추구에 따른 불공정 거래는 다른 거래기업들의 생존기반 및 협력관계의

붕괴와 기업 생태계 전체의 위기로 이어질 수 있다는 의미이다.

공정성에 대한 연구로서 Kumar et al.(1995)에 의하면 과정 공정성과 결과공정성은 신뢰, 결속, 갈등 등으로 구성된 관계의 질에 정(+)의 영향을 미치며, 과정공정성이 결과공정성보다 관계의 질에 더 큰 영향력을 미친다고 하였으며, Gundlach and Murphy(1993) 역시 거래하는 상대방이 공정하다고 인식할수록 관계 지향적 성향과 만족이 증가한다고 하였으며, 공정성은 마케팅 채널에서 관계를 효과적으로 발전시킬 수 있는 요인임을 제시한다. 또한 복준혁 외(2012)의 연구에서도 결과(분배)공정성과 과정(절차)공정성이 높을수록 공급사의 몰입과 성과가 높아진다고 하였다.

따라서 개별기업이 다른 기업들과의 거래과정 및 결과로 나타나는 거래 공정성은 공급사슬의 상생협력을 달성하기 위한 기본적인 요인으로 작용할 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 1-1 : 거래 공정성은 공급사슬의 상생협력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

2) 거래 진정성과 공급사슬의 상생협력 간의 관계

기업 간 거래과정에서 거래 상대방에 대한 진정성을 보여주는 것 즉, 타 기업들과의 거래 과정에서 자신의 표면적인 행동과 내면의 상태를 동일하게 유지하는 상태로서 거래 진정성에 대한 조작적 정의를 내렸는데, 거래기업들에 대한 인간적인 느낌을 주는 것, 진심에서 우러나며 일반적인 서비스 및 A/S수준 이상을 제공하는 것, 동일한 이미지와 모습, 태도, 품질을 유지하는 진정성 있는 거래는 1회성 거래 및 단기적 거래를 하지 않고 지속적인 거래를 할 수 있도록 하며, 이를 통해 공급사슬의 상생협력을 달성할 수 있는 선행요인으로서의 역할을 할 것으로 예측하였다. 따라서 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 1-2 : 거래 진정성은 공급사슬의 상생협력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3) 사회적 자본과 공급사슬의 상생협력 간의 관계

Teece(1986)에 의하면 장기적인 파트너 관계를 가지는 경우 서로에게 필요로 하는 자산에 투자를 할 수 있게 되면서 상대방에 대한 의존성이 높아지고 이는 다시 상호 간의 관계를 강화시키는 결과를 가진다고 하였다. 또한 장기적인 거래관계가 기대되는 상황에서는 거래 당사자들이 현재의 거래관계 뿐만 아니라 미래에 일어날 일을 고려하여 협상에 참여하게 되는데, 단기적

Table 1. Detailed measurement items and prior research of research variables

변수명	번호	세부 측정 항목	참조 선행연구
거 래 공정성	FA1	거래업체와의 계약을 준수	Adams(1963) Blodgett et al.(1997) Greenburg(1990) GreenBurg and McCarty(1990) Smith et al.(1999) Tax et al.(1998)
	FA2	거래업체들과의 거래 결과가 공정	
	FA3	거래 간 부여되는 책임과 보상의 공정	
	FA4	거래과정에서 겸손하고 인간관계를 공정하게 유지	
	FA5	거래 상대방의 의견을 존중하고 경청	
	FA6	거래 과정을 되도록 공개	
	FA7	거래 절차를 투명하고 공정하게 유지	
	FA8	의사소통을 통해 거래 당사자들에 대하여 이해하려고 노력	
	FA9	전반적으로 공정한 거래가 되도록 노력	
거 래 진정성	AU1	우리 회사 직원들은 고객사들에게 인간적 느낌 제공	Beverland(2005) Gilmore and Pine(2007) Hater(2002)
	AU2	우리 회사 직원들은 일반적인 서비스 수준 이상을 제공	
	AU3	우리 회사 직원들은 진심에서 우러나는 서비스 제공	
	AU4	우리 회사 직원들은 진심에서 우러나는 A/S 제공	
	AU5	우리 회사 직원들은 동일한 이미지, 모습, 태도를 보여 줌	
	AU6	우리 회사 제품과 서비스는 일관된 품질 제공	
사회적 자본	SOC1	다른 거래 관계 기업들과 상호 관계를 구축	이돈희(2014) Carey et al.(2011) Krause et al.(2007) Nahapiet and Ghosal(1998)
	SOC2	다른 거래 관계 기업들과 공유된 이해관계 구축	
	SOC3	다른 거래 관계 기업들과 신뢰관계 구축	
	SOC4	다른 거래 관계 기업들과 우호관계 구축	
	SOC5	다른 거래 관계 기업들과 존중관계 구축	
	SOC6	다른 거래 관계 기업들과 호혜관계 구축	
CSR 활동	CSR1	경제를 발전시키려는 의지	이돈희(2014) Barnea and Rubin(2010) Carroll(1991, 1999) Schwartz and Croll(2003) Staples(2004)
	CSR2	윤리규범(강령, 지침)을 준수	
	CSR3	고객 불만 및 불평해소	
	CSR4	종업원에 대한 공정한 대우	
	CSR5	기업 경영관련 각종 법률(근로, 소비자, 환경관련)의 준수	
상생협력 공급사슬	SC1	거래 관계 기업들과 단기적 기회주의 지양	오중산 · 이승규(2008) 이수열(2015a, 2015b) Flynn et al.(2010)
	SC2	거래 관계 기업들과 지속적 거래관계 유지를 위한 협력 및 노력	
	SC3	거래 관계 기업들과 생산 · 유통과정에서의 협력	
	SC4	거래 관계 기업들의 역량강화를 위한 지원 또는 협력 활동	
경제적 지속가능성	ECP1	재무적 성과(투자수익률)의 지속적 개선	문종혁 · 이영혜(2010) 우무진 외(2014)
	ECP2	전반적인 생산성의 향상	
	ECP3	제품 및 서비스 판매량의 지속적 증가	
	ECP4	재거래 희망 기업체의 증가	
환경적 지속가능성	ENP1	자원 사용량의 지속적 감소	이돈희(2015, 2016) 이원희 · 이수열(2013) 이수열(2015a) 이수열 · 이준겸(2015) Carter and Rogers(2008)
	ENP2	자원 재사(활)용량의 지속적 증가	
	ENP3	자원 재활용량의 지속적 증가	
	ENP4	에너지효율성의 증가	
	ENP5	환경관련 성과지표의 개선	
사회적 지속가능성	SCP1	기업 이미지(명성) 증가	Carter and Easton(2011) Elkington(1998, 2004) Jacobs and Chase(2014)
	SCP2	제품 및 서비스 브랜드 이미지 증가	
	SCP3	기업에 대한 신뢰도 증가	
	SCP4	지역 주민들의 인식 좋아짐	
	SCP5	이해관계자들과의 전반적인 상생 협력 달성	

인 위험은 감수하지만 중장기적으로 혜택이 돌아오는 투자는 받아들여지게 된다(Heide and Miner, 1992). 그리고 기업 간 협력을 위해서는 우선적으로 공급사슬관리의 협업과 밀접하게 관련되어 있는 사회적 자본이 형성되어 있어야 한다(윤현덕 외, 2012; 임병학, 2012 등). 이는 공급사슬이 기업들 간 상호작용을 통해 각종 업무가 진행되기 때문이며, 사회적 자본의 형성은 정보의 공유, 자원교환, 협력을 유도하기 때문이다. 또한 공급사슬에서의 협력활동이 사회적 자본 형성의 중요한 선행요인이라고 제시하는 연구(Carey et al., 2011; Inkpen and Tsang, 2005 등)와 Wu and Pagell(2011)은 사회적 자본이 공급사슬의 도입을 촉진하는 영향변수라고 제시하는데 이러한 선순환을 통해 사회적 자본은 공급사슬의 상생협력에 대한 선행요인으로 작용할 것이라고 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 1-3 : 사회적 자본은 공급사슬의 상생협력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

4) CSR 활동과 공급사슬의 상생협력 간의 관계

Barnea and Rubin(2010)에 의하면 CSR 활동은 이해관계자 조직들을 강화하거나 조직의 이미지를 구축하는데 도움을 줄 수 있다고 하였다. 일반적으로 개별 기업들은 다른 기업들과의 거래과정에서 기업 전체 및 제품·서비스의 브랜드를 숨기는 상태에서 거래하는 것은 불가능한 일이다. 그리고 CSR 활동은 기업 외부의 요인들이나 규제기관에 의한 강제적인 활동이 아닌 개별 기업의 자발적인 활동으로서 기업이 판매하는 제품·서비스를 포함하여 기업 전체의 이미지 및 명성을 제고한다(이은영, 2011, 홍성태 외, 2012 등). 이원희·이수열(2014)의 연구에 의하면 지속가능 공급사슬의 요인으로서 사회적 책임 활동은 관계자본에 정(+)의 영향을 미친다고 하였으며, 기업의 자발적인 CSR 활동을 통하여 제품·서비스 및 기업 전체의 이미지가 호의적인 상태가 되었다면 호의적인 이미지를 가지고 있고, 자발적인 CSR 활동의 수준이 높은 다른 외부기업들과 협력적인 거래활동을 하고자 할 것으로 예측 하였으며 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 1-4 : CSR 활동은 공급사슬의 상생협력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

(2) 공급사슬의 상생협력과 지속가능성 간의 관계

이수열(2015a)에 의하면 협력의 긍정적 효과는 품질, 원가, 납기, 유연성뿐만 아니라 환경성과의 개선과 고객만족 성과의

향상에도 영향을 미칠 수 있으며, 협력을 기반으로 하는 그린(Green) 공급사슬관리는 구매기업뿐만 아니라 공급기업의 경제적 성과, 생산운영 성과와 환경적 성과 개선에도 긍정적인 영향을 미친다(이수열·이경호, 2013; Lee and Klassen, 2008; Zhu and Sarkis, 2004 등). 이러한 선행연구들을 바탕으로 본 연구에서는 공급사슬의 상생협력이 지속가능 성과로서의 3가지 요인들인 경제적·환경적·사회적 성과에 정(+)의 영향을 미칠 것으로 예측 하였으며, 세부적인 내용을 살펴보면 아래와 같다.

1) 공급사슬의 상생협력과 경제적 지속가능성 간의 관계

오중산·이승규(2008)의 연구에 의하면 장기적이고 전략적인 구매, 빈번한 의사소통, 제품 개발 협력과 같은 활동들이 공급사의 재무성과 향상에 기여한다고 제시하였으며, 이수열(2013)의 연구에서는 상생협력의 차원으로서 협력활동은 공급사의 생산운영성과에 정(+)의 영향을 미친다고 하였다. 또한 이원희·이수열(2014)은 사회적(관계) 자본이 생산운영성과에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 박승욱 외(2013)의 연구에서도 공정계약, 공정거래, 기술지원으로 구성된 동반성장 의지가 경제적 성과에 정(+)의 유의한 영향을 미친다는 것을 제시하였으며, 우무진 외(2014)의 연구 역시 협업중심의 기업문화가 경제적 수익성에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 따라서 앞서 제시한 선행연구들을 바탕으로 공급사슬의 상생협력 수준이 높다면 경제적 지속가능성의 수준도 제고할 수 있을 것이라고 예측 하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 검증하고자 하였다.

가설 2-1 : 공급사슬의 상생협력은 경제적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

2) 공급사슬의 상생협력과 환경적 지속가능성 간의 관계

이원희·이수열(2014)은 사회적(관계) 자본이 환경적 성과에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 또한 협력을 기반으로 하는 그린 공급사슬관리가 구매기업뿐만 아니라 공급기업의 환경적 성과 개선에 긍정적인 영향을 미친다(이수열·이경호, 2013; 이수열, 2015a; Zhu and Sarkis, 2004 등). 그러나 우무진 외(2014)의 연구에서는 협업중심의 기업문화가 환경적 건전성에 유의한 영향을 미치지 않는다고 제시하였다. 일부 선행연구들이 다른 결과를 제시하고 있지만 공급사슬의 상생협력 수준이 높다면 환경적 지속가능성의 수준도 제고할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 2-2 : 공급사슬의 상생협력은 환경적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3) 공급사슬의 상생협력과 사회적 지속가능성 간의 관계

박찬권(2009)의 연구에 의하면 다른 기업들과의 협력을 기반으로 하는 친환경공급사슬활동은 사회적 책임 성과에 정(+)의 영향을 미친다고 하였으며, 안현숙·김길섭(2015)의 연구에 의하면 공급사슬에서 협력업체의 영향은 사회적 책임에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 그러나 우무진 외(2014)의 연구에서는 협업중심의 기업문화가 사회적 책임에 유의한 영향을 미치지 않는다고 제시하였다. 일부 선행연구들이 다른 결과를 제시하고 있지만 공급사슬의 상생협력 수준이 높다면 사회적 지속가능성의 수준도 제고할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 검증하고자 하였다.

가설 2-3 : 공급사슬 상생협력은 사회적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

(3) 공급사슬의 상생협력의 매개효과 분석

1) 거래 공정성과 지속가능성 사이에서 공급사슬의 상생협력의 매개효과

박지윤(2006)에 의하면 공정거래는 미래의 불확실성을 감소시켜 성과개선에 대한 투자가능성을 높일 수 있다고 하였다. 즉, 구매기업이 기회주의적인 행태를 보이지 않을 경우 공급사는 고객에 특화된 설비 투자를 늘리고, 품질, 납기 등의 역량을 높일 수 있도록 중장기적인 투자가 가능하다는 것이다. 또한 이수열(2013)의 연구에서는 상생협력의 차원으로서 공정거래와 관계자본은 공급사의 생산운영성과에 정(+)의 영향을 미친다고 하였다. 따라서 거래 공정성은 직접적으로 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 수 있지만 공급사슬의 상생협력의 매개효과에 의하여 더 높은 경제적·환경적·사회적 성과를 달성할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 3-1 : 거래 공정성과 경제적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-2 : 거래 공정성과 환경적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-3 : 거래 공정성과 사회적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

2) 거래 진정성과 지속가능성 사이에서 공급사슬의 상생협력의 매개효과

앞서 거래 진정성을 ‘기업들과의 거래 과정에서 자신의 표면적인 행동과 내면의 상태를 동일하게 유지하는 고객지향적인 태도’으로 정의를 내리고, 고객사들에 대한 인간적 느낌과 진심에서 우러나는 서비스 제공 항목 등으로 측정 하였는데 우무진 외(2014)의 연구에 의하면 고객지향적 기업문화는 경제적 수익성에는 유의한 영향을 미치지 않지만 환경적 건전성과 사회적 책임성에 정(+)의 유의한 영향을 미친다는 것을 제시하였다. 따라서 거래 진정성은 직접적으로 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 수 있지만 공급사슬의 상생협력의 매개효과에 의하여 더 높은 경제적·환경적·사회적 성과를 달성할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 3-4 : 거래 진정성과 경제적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-5 : 거래 진정성과 환경적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-6 : 거래 진정성과 사회적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

3) 사회적 자본과 지속가능성 사이에서 공급사슬의 상생협력의 매개효과

사회적 자본의 증가로서 상대방에 대한 이해가 높아지면 서로에게 필요한 일들을 더 잘 수행하기 위해 자신의 목표, 업무방식, 자원배분 등을 조정해 가면서 공동의 성과향상을 추구하는 분위기가 형성된다(Cousins et al., 2006). 또한 기업 간의 축적된 신뢰나 협력을 무형의 자산으로 보고 이를 사회적 자본으로 개념화 하는데, 이러한 사회적 자본은 기업의 재무적 성과 및 운영 성과에 영향을 미친다(박승욱 외, 2013 ; 박주식, 2011 ; Carey et al., 2011 등). 따라서 장기적인 거래를 지향하는 사회적 자본은 개별 기업의 탐색, 평가, 유지에 소요되는 기업 간 거래비용을 감소시키며, 중장기적 측면에서 경쟁력으로 연결될 수 있고(상생협력연구회, 2006), Kotabe et al.(2003)에 의하면 관계적 자본은 공급사의 제품설계, 공정설계, 성과향상, 납기 단축, 품질 향상 등을 높여 결과적으로 구매기업의 성과 개선에 기여한다.

그러므로 사회적 자본은 직접적으로 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 수 있지만 공급사슬의 상생협력의 매개효과에 의하여 더 높은 경제적·환경적·사회적 성과를 달성할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을

수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 3-7 : 사회적 자본과 경제적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-8 : 사회적 자본과 환경적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-9 : 사회적 자본과 사회적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

4) CSR 활동과 지속가능성 사이에서 공급사슬의 상생협력의 매개효과

이돈희(2016)의 연구에 의하면 CSR은 기업이 고객과 지역사회 등 사회전체에 이익을 제공하여야 하는 것으로 이는 환경, 윤리, 사회공헌 등을 포함하여 경제적·환경적·사회적 성과를 창출하는 것이라고 하였는데, CSR 이행의지의 세부변수로서 경제적·윤리적·법률적 책임은 지속가능성으로서 경제적·환경적·사회적 성과에 대부분 유의한 정(+)의 영향을 미치지만 윤리적 책임과 환경적 성과, 법률적 책임과 경제적 성과, 법률적 책임과 환경적 성과 간의 관계에서는 유의한 영향을 미치지 않는다고 제시하였다.

정용기(2012)는 기업의 CSR 활동이 차기의 기업가치(경제적 성과)에 정(+)의 유의한 영향을 미치며, 지속성장성에도 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 즉, CSR 활동으로 인한 지출이 증대된다고 하더라도 자본시장에서 투자자들의 호의적인 평가로 이어져 시장가치가 향상되므로 기업가치가 제고되는 효과를 보인다는 것이다. 또한 안현숙·김길섭(2015)의 연구에서도 사회적 책임은 재무성과와 생산운영성과에 정(+)의 영향을 미친다는 것을 제시하였다.

따라서 CSR 활동은 직접적으로 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 수 있지만 공급사슬의 상생협력의 매개효과에 의하여 더 높은 경제적·환경적·사회적 성과를 달성할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

가설 3-10 : CSR 활동과 경제적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-11 : CSR 활동과 환경적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

가설 3-12 : CSR 활동과 사회적 성과 사이에서 공급사슬의 상생협력은 매개역할을 할 것이다.

나. 연구모형

앞 절에서 연구가설 수립의 선행연구들과 본 연구에서 검토하고자 하는 연구가설을 제시하였는데 이를 종합한 연구모형은 아래의 <Fig 1>과 같다.

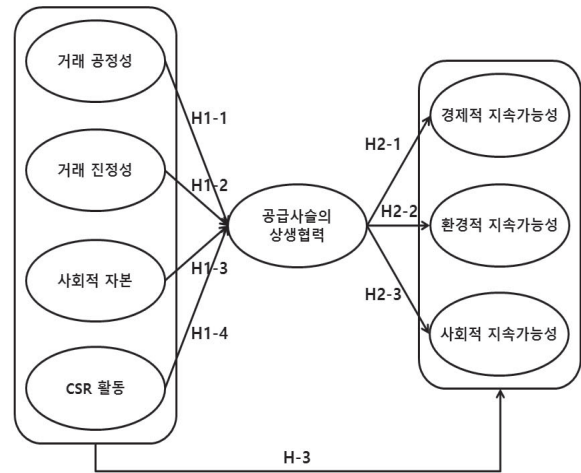


Fig. 1. Model of Research

4. 실증분석

가. 연구의 설계 및 자료수집 방법

본 연구의 실증분석을 위해 앞서 <Table 1>에서 제시한 내용을 바탕으로 인구통계학적 항목을 제외하고 리커트 7점 척도로 총 44문항으로 이루어진 설문지를 구성하였으며, 2016년 6월부터 12월까지 연구자들이 대구·경북지역에 위치한 제조업체들을 중심으로 설문조사를 시행하였다. Stevenson(2012)에 의하면 개별기업은 공급사슬 구성원으로서 다른 기업들로부터 원자재 및 부품, 완제품을 구매(발주)하고 대금을 지불하는 구매기능으로서의 역할과 다른 기업들에게 원자재 및 부품, 완제품을 공급하고 대금을 지불받는 공급(판매)기능으로서의 역할을 동시에 수행하며 경영활동을 한다고 하였다. 따라서 구매나 공급의 어느 한 쪽 측면에서 역할을 수행하는 것은 아니라고 하였다.

그러므로 본 연구에서는 설문조사 대상 기업들에게 자기기업의 입장에서 가장 거래(교환)하는 규모 및 횟수가 많은 공급기업과 구매기업을 선정하고 이들 공급기업 및 구매기업과의 거래활동에서 나타나는 자기기업의 입장과 측면을 측정하고자 하였다.

Table 2. Characteristics of surveyed companies

() : %

매출액	50억 원 미만	50~100억 원	100~500억 원	500~1000억 원	1000~5000억 원	5000억 원 이상
	12(9.3)	18(14.0)	13(10.1)	13(10.1)	17(13.2)	56(43.4)
종업원 수	50명 미만	50~100명	100~500명	500~1000명	1000~5000명	5000명 이상
	24(18.6)	14(10.9)	20(15.5)	11(8.5)	5(3.9)	55(42.6)
업 종	화학 · 석유	금속소재	조립금속	전자 · 통신	전기 · 기구	
	4(3.1)	5(3.9)	2(1.6)	78(60.5)	10(7.8)	
	자동차 · 부품	조선 · 부품	의료정밀	기타		
	15(11.6)	6(4.7)	2(1.6)	7(5.4)		
직 위	대리 이하	과 · 차 · 부장	임원 이상			
	85(65.9)	38(29.5)	6(4.7)			
업 력	5년 미만	5~10년	10~15년	15~20년	20~30년	30년 이상
	15(11.6)	39(30.2)	17(13.2)	12(9.3)	21(16.3)	25(19.4)
공급사슬 상의 위치	Supplier 2이하	Supplier 1	Assemblers			
	70(54.3)	28(21.7)	31(24.0)			

설문 응답은 기업체 당 1부를 받는 것을 원칙으로 하였으며, 사업부문이 독립적인 경우에는 사업부문별로 조사를 시행하였다. 설문응답에 상태가 좋지 않는 설문지 24부를 제거하고 총 129부의 설문지를 연구에 활용 하였다. 설문 대상 업체의 인구 통계학적인 특성은 위의 <Table 2>에 정리하여 나타내었다.

매출액 기준을 살펴보면 500억 원 이상이 86개 업체로 66.7%이며, 종업원 수 500명 이상인 업체는 71개 업체로 55.0%이다. 업종은 전자·통신업체가 78개, 전기·기구가 10개, 자동차 및 부품이 15개 업체로 이들 3개 업종을 합하면 103개 업체로 79.9%를 점유한다. 이는 본 연구의 조사대상이 대구·경북 지역의 주력업종이기 때문에 나타나는 현상이라고 할 수 있으며, 공급사슬 상의 위치를 확인한 결과 대부분의 업체가 Supplier 1(1차 부품 공급업체) 이하가 98개로서 76%를 점유하는 것으로 나타난다.

따라서 본 연구의 조사대상 업체들을 기업의 규모에 따라 대기업과 중소기업으로 업종별로도 공급사슬 상의 위치에 따라서 집단별로 구분이 가능하며, 다양한 집단별 특성에 따른 연구가 가능하지만 본 연구의 내용에는 포함하지 않았다.

나. 측정항목의 평가

본 연구에서 사용된 주요 연구변수들의 측정항목은 대부분 기존 선행연구들에서 사용된 측정 항목을 이용한 것으로 이미 검증된 것이지만 측정항목들의 타당성을 검토하기 위하여 측정항목들에 대한 1차 탐색적 요인분석을 시행하고 이를 바탕으로 연구변수들이 몇 개의 구성개념으로 나타나는가를 확인하였으며,

1차 탐색적 요인분석의 결과를 바탕으로 다시 Amos 21.0을 이용하여 2차 확인적 요인분석을 시행하였다.

1차 탐색적 요인분석은 SPSS 22.0을 이용하여 시행하였다. 탐색적 요인분석을 시행하기에 앞서 기본적으로 연구변수들 간의 상관관계를 분석하였으며, 연구변수들 간의 상관관계는 ± 0.3 이상(이학식·임지훈, 2015)이어야 하는데, 공급사슬의 상생협력과 환경적 성과에서 상관관계수가 최소 0.483으로 나타나고 $p=0.01$ 수준에서 모두 유의한 것으로 검증 되었다. 탐색적 요인분석은 주성분분석(PCA)중 요인사이의 독립성을 가정한 Varimax 직각회전방식으로 시행하였으며, 분석결과는 다음의 <Table 3>에 정리하여 나타내었다.

여기서 누적 설명력은 80.938%로 나타나며, KMO 측도 값은 0.5이상이고, Bartlett의 구형성 검정 값은 유의확률이 0.05(95% 신뢰구간일 경우)보다 작아야 하는데(이학식·임지훈, 2015), 본 연구에서의 KMO 측도 값은 0.835로 기준치보다 높으며, Bartlett의 구형성 검정 값의 유의확률은 0.000으로 나타나 전반적으로 변수들 간의 상관관계는 유의적이며, 요인분석에 적합함을 알 수 있다.

또한 확인적 요인분석에서 각 측정항목별 표준화 요인적재값은 0.7이상, 복수 항목으로 구성된 8개의 구성개념에 대한 신뢰성을 파악하기 위하여 Cronbach's α 값은 0.7이상이어야 하며, 집중타당성을 확인하기 위한 잠재요인 신뢰도(Composite Reliability : C. R.)의 값은 0.7이상, 평균분산추출(Average Variance Extracted : AVE)의 값은 0.5 이상이어야 하는데 측정결과 다음의 <Table 4>에서 제시한 것처럼 모두 기준치를 만족하는 것으로 나타난다. 부가적으로 요인적재량이 0.7이하 이

Table 3. Exploratory factor analysis of research variables

변수명	항목번호	번호							
		1	2	3	4	5	6	7	8
거래 공정성	FA1	.638	.244	.110	.271	.058	.349	.173	.174
	FA2	.678	.263	.008	.248	.137	.288	.155	.136
	FA3	.727	.241	.182	.293	.146	.215	.148	.150
	FA4	.802	.259	.104	.180	.279	.086	.055	.117
	FA5	.784	.282	.128	.193	.199	.002	.058	.099
	FA6	.551	.183	.249	.010	.200	.080	.158	.113
	FA7	.591	.255	.133	.200	.205	.287	.168	.121
	FA8	.703	.263	.128	.195	.169	.228	.316	-.003
	FA9	.608	.346	.072	.267	.139	.243	.272	.099
거래 진정성	AU1	.173	.194	.193	.132	.726	.262	.229	.234
	AU2	.159	.248	.171	.259	.744	.174	.193	.188
	AU3	.264	.249	.281	.205	.740	.160	.035	.280
	AU4	.266	.240	.302	.354	.647	.165	.199	.132
	AU5	.247	.220	.216	.366	.691	.189	.143	.113
	AU6	.264	.145	.192	.435	.530	.270	.249	.121
사회적 자본	SOC1	.323	.717	.280	.169	.169	.282	.210	.179
	SOC2	.281	.779	.271	.131	.211	.216	.146	.087
	SOC3	.293	.759	.162	.192	.254	.254	.209	.134
	SOC4	.337	.750	.148	.299	.225	.166	.069	.116
	SOC5	.343	.783	.164	.213	.162	.212	.100	.108
	SOC6	.337	.768	.248	.192	.209	.160	.122	.127
CSR 활동	CSR1	.240	.256	.111	.776	.194	.291	.110	.162
	CSR2	.295	.160	.187	.795	.258	.139	.127	.154
	CSR3	.240	.256	.111	.776	.194	.291	.110	.162
	CSR4	.295	.160	.187	.795	.258	.139	.127	.154
	CSR5	.234	.206	.243	.586	.299	.177	.314	.044
공급사슬의 상생협력	SCM1	.223	.189	.071	.138	.215	.809	.145	.105
	SCM2	.169	.296	.171	.247	.159	.766	.147	.050
	SCM3	.206	.226	.269	.289	.217	.656	-.021	.178
	SCM4	.322	.261	.222	.275	.212	.655	.029	.085
경제적 지속 가능성	ECP1	.387	.134	.353	.108	.148	.212	.594	.199
	ECP2	.195	.250	.389	.185	.384	.143	.547	.112
	ECP3	.310	.192	.256	.170	.401	.024	.566	.271
	ECP4	.227	.184	.239	.292	.197	.048	.638	.146
환경적 지속 가능성	ENP1	.074	.020	.779	.052	.212	.123	.125	.225
	ENP2	.047	.120	.834	.129	.083	.162	.096	.125
	ENP3	.168	.170	.825	.170	.165	.169	.161	.096
	ENP4	.110	.321	.793	.156	.193	.102	.173	.093
	ENP5	.134	.260	.764	.136	.153	-.008	.102	.154
거래 공정성	SCP1	.216	.304	.157	.193	.243	.194	.491	.561
	SCP2	.191	.281	.235	.278	.235	.231	.394	.561
	SCP3	.212	.253	.244	.320	.254	.131	.338	.600
	SCP4	.143	.046	.311	.069	.171	.062	-.026	.791
	SCP5	.090	.157	.160	.300	.356	.118	.360	.594
eige 값		6.239	5.466	4.947	4.882	4.661	3.623	2.973	2.822
분산 %		14.180	12.422	11.243	11.097	10.592	8.234	6.757	6.414
								누적%	80.938

Table 4. Intensive feasibility and reliability analysis of measurement items

변수명	항목번호	표준 요인적재량	p-값	Cronbach's α	C. R.	AVE
거 래 공정성	FA1	0.819	***	0.948	0.924	0.636
	FA2	0.828	***			
	FA3	0.873	***			
	FA4	0.797	***			
	FA5	—	—			
	FA6	—	—			
	FA7	0.845	***			
	FA8	0.886	***			
	FA9	0.89	***			
거 래 진정성	AU1	0.851	***	0.954	0.933	0.698
	AU2	0.875	***			
	AU3	0.914	***			
	AU4	0.917	***			
	AU5	0.905	***			
	AU6	0.822	***			
사회적 자본	SOC1	0.933	***	0.977	0.959	0.795
	SOC2	0.926	***			
	SOC3	0.954	***			
	SOC4	0.924	***			
	SOC5	0.934	***			
	SOC6	0.943	***			
CSR 활동	CSR1	0.899	***	0.895	0.872	0.696
	CSR2	—	—			
	CSR3	—	—			
	CSR4	0.908	***			
	CSR5	0.789	***			
공급사슬의 상생협력	SCM1	0.847	***	0.913	0.901	0.696
	SCM2	0.884	***			
	SCM3	0.826	***			
	SCM4	0.851	***			
경제적 지속가능성	ECS1	0.813	***	0.875	0.824	0.610
	ECS2	0.837	***			
	ECS3	0.862	***			
	ECS4	—	—			
환경적 지속가능성	ENS1	—	—	0.928	0.884	0.658
	ENS2	0.776	***			
	ENS3	0.927	***			
	ENS4	0.948	***			
	ENS5	0.847	***			
사회적 지속가능성	SCS1	0.881	***	0.934	0.904	0.702
	SCS2	0.934	***			
	SCS3	0.935	***			
	SCS4	—	—			
	SCS5	0.795	***			

여기서 ***, $p < 0.001$ 이하

Table 5. Validity of discrimination of research variables

연구항목	1	2	3	4	5	6	7	8
1. 거래 공정성	0.798							
2. 거래 진정성	0.712	0.841						
3. 사회적 자본	0.777	0.714	0.891					
4. CSR 활동	0.743	0.796	0.677	0.834				
5. 공급사슬의 상생협력	0.722	0.690	0.708	0.720	0.834			
6. 경제적 성과	0.733	0.801	0.691	0.694	0.605	0.781		
7. 환경적 성과	0.498	0.631	0.604	0.537	0.524	0.689	0.811	
8. 사회적 성과	0.666	0.768	0.683	0.724	0.624	0.740	0.608	0.838

- 대각선의 굵은 글씨는 AVE의 제곱근 값

거나, Squared Multiple Correlations(SMC)의 값이 비교적 낮다고 판단되는 값들을 제거하여 측정모형의 적합도를 증가시키고자 하였다. 여기서 제거된 변수들은 거래 공정성에서 FA5, FA6, CSR 활동에서 CSR2, CSR3, 경제적 지속가능성에서 ECS4, 환경적 지속가능성에서 ENS1, 사회적 지속가능성에서 SCS4의 항목을 제거하고 연구를 진행하였다.

판별타당성은 일반적으로 AVE의 제곱근 값과 다른 구성개념의 상관계수 값들과 비교하여 분석하는데(Fornell and Larcker, 1981), 위의 <Table 5>에서 제시한 것처럼 AVE의 제곱근 값은 다른 구성개념의 상관계수 값들보다 높으므로 측정모형은 판별타당성을 가지고 있다. 따라서 본 연구를 위한 측정항목의 신뢰성과 타당성을 확보 하였다. 또한 측정모형과 분석모형의 적합도를 종합하여 나타내면 아래의 <Table 6>과 같다. 일부 적합도 기준치를 충족하지 못하는 항목(AGFI, GFI)도 있으나 다른 측정기준들이 대부분 충족하는 것으로 나타난다. 따라

서 연구가설을 검증하기 위해 필요한 신뢰성 및 타당성과 적합도를 확보함으로써 연구모형의 경로계수를 분석하였다.

다. 가설 검증 결과

(1) 가설 H1, H2의 검증결과

본 연구에서 제시한 가설 H1과 H2의 검증결과는 다음의 <Fig 2>와 <Table 7>에 정리하여 나타내었다.

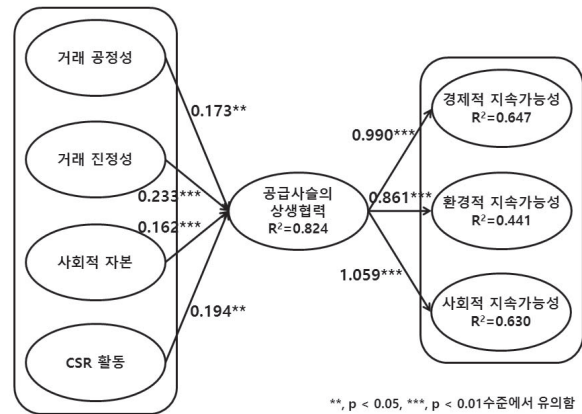


Fig. 2. Research of Model

먼저 가설 H1의 검증 결과 공급사슬의 상생협력 선행요인으로 선정한 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동은 모두 공급사슬의 상생협력에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난다. 이들 선행요인들 중 가장 높은 영향을 미치는 요인은 거래진정성($\beta=0.233$, $p=0.003$)으로서 기업 간 거래에서 거래 진정성을 높이는 것이 공급사슬의 상생협력을 달성하고 유

Table 6. Fit of measurement and analysis model

항목	허용범주	측정모형	분석모형
X^2 / df	3.0이하	1.545	1.706
X^2	$p < 0.05$	0.000	0.000
AGFI	0.90이상	0.681	0.645
GFI	0.90이상	0.727	0.689
NFI	0.90이상	0.847	0.828
IFI	0.90이상	0.940	0.921
CFI	0.90이상	0.940	0.920
PGFI	0.60이상	0.621	0.603
PNFI	0.60이상	0.765	0.764
RMSEA	0.05이하	0.065	0.074
SRMR	0.08이하	0.042	0.064

이수열 · 이경호(2013)는 GFI, NFI, CFI, TLI는 >0.8이상, RMSEA는 <0.1이하면 허용가능 하다고 함.

Table 7. Test results of hypothesis H1, H2

가설	경로	경로계수	S. E.	t값	p값	채택/기각
H1-1	FA → SCM	0.173	0.080	2.159	0.031	채택
H1-2	AU → SCM	0.233	0.078	2.978	0.003	채택
H1-3	SOC → SCM	0.162	0.054	2.977	0.003	채택
H1-4	CSR → SCM	0.194	0.082	2.360	0.018	채택
H2-1	SCM → ECS	0.990	0.124	7.967	0.000	채택
H2-2	SCM → ENS	0.861	0.130	6.621	0.000	채택
H2-3	SCM → SCS	1.059	0.125	8.442	0.000	채택

여기서 거래 공정성 : FA, 거래 진정성 : AU, 사회적 자본 : SOC, CSR 활동 : CSR

공급사슬의 상생협력 : SCM, 경제적 지속가능성 : ECS, 환경적 지속가능성 : ENS, 사회적 지속가능성 : SCS

지하는데 가장 중요한 요인임을 알 수 있다. 또한 가설 H2의 검증 결과 공급사슬의 상생협력은 지속가능성의 3가지 변수들인 경제적 · 환경적 · 사회적 지속가능성 모두에 정(+)의 유의한 영향을 미치며, 공급사슬의 상생협력은 경제적 지속가능성($\beta=0.990$, $p=0.000$)과 사회적 지속성($\beta=0.1,059$, $p=0.000$)에 비교적 높은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

(2) 가설 H3 공급사슬의 상생협력의 매개효과 분석

거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동이 경제적 · 환경적 · 사회적 지속가능성에 미치는 영향에 대한 직접효과를 분석하고, 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동이 공급사슬의 상생협력을 통해 경제적 · 환경적 · 사회적 지속가능성에 간접적으로 영향을 미칠 수 있으므로 공급사슬의 상생협력의 매개효과를 다음의 방법을 이용하여 분석하였다.

먼저, 1단계로서 독립변수(X1)→종속변수(X3) 모델의 적합도를 평가한다. 2단계로서 독립변수(X1)→매개변수(X2)→종속변수(X3)모델의 적합도를 평가한다. 여기서 독립변수(X1)→종속변수(X3), 독립변수(X1)→매개변수(X2), 매개변수(X2)→종속변수(X3)의 경로계수가 예측된 방향에서 모두 유의적이어야 한다. 매개효과를 검증하기 위해 3단계로서 2단계 독립변수(X1)→매개변수(X2)→종속변수(X3)모델을 다음의 두 가지 조건으로 평가한다. 두 가지 조건은 ① 독립변수(X1)→종속변수(X3) 경로를 0으로 제약하는 2단계 모델 조건과 ② 독립변수(X1)→종속변수(X3) 경로를 제약하지 않고 추정하는 조건이다. 이후 ②가 ①에 비하여 적합도가 유의적으로 개선되는지를 검토하며, 이는 2가지 조건 간의 χ^2 차이검증(χ^2 차이 값이 $\alpha=0.05$ 수준에서 3.84이하이고 독립변수(X1)→종속변수(X3) 경로가 매개변수가 고려되는 조건에서 비유의적으로 나타나면 완전매개, χ^2 차이 값이 $\alpha=0.05$ 수준에서 3.84이상이면 부분매개)을 통해 검토할 수 있다(배병렬, 2015 ; Holmbeck, 1997). 공급사슬의 상생협력의 매개효과

에 대한 분석은 다음의 <표 8>에 정리하여 나타내었다.

공급사슬의 상생협력의 매개효과를 분석한 결과 일부 변수들 사이에서 부분매개변수로서의 역할을 하는 것으로 나타나며, 일부에서는 χ^2 차이 값이 3.84이상으로 나타나 매개효과가 있을 수 있지만 유의하게 검증되지 않는 부분이 있어 매개변수로서의 역할을 하지 않는 것으로 하여 일부 가설은 기각처리 하였다.

5. 결론 및 향후 연구방향

가. 연구의 요약 및 결론

본 연구는 지속가능성 측면에서 공급사슬의 상생협력을 달성할 수 있는 선행요인들을 규명하며, 이들 선행요인들이 공급사슬의 상생협력을 달성하는데 어떠한 영향을 미치는가, 그리고 이러한 공급사슬의 상생협력이 지속가능성의 3가지 측면인 경제적 · 환경적 · 사회적 지속가능성에 어떠한 영향을 미치는가를 확인하며 나아가 공급사슬의 상생협력의 매개변수로서의 역할도 규명하는 것이었다.

이를 위하여 가설을 수립하고 검정을 시행한 결과는 다음과 같다.

먼저, 공급사슬의 상생협력 선행요인들로서 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동은 공급사슬의 상생협력에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증되었다.

둘째, 공급사슬의 상생협력은 지속가능성 측면에서의 경제적 · 환경적 · 사회적 지속가능성에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증되었다.

셋째, 공급사슬의 상생협력은 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동과 경제적 · 환경적 · 사회적 지속가능성 사이에서 일부 매개변수로서의 역할을 하는 것으로 검증 되었다.

Table 8. Hypothesis H3, mediating effects of win-win cooperative supply chain

가 설	단계	경로	χ^2	경로계수	S. E.	t값	P-값	매개효과
H3-1-1	1	FA → ECS	74.032	0.774	0.097	7.941	0.000	
		FA → SCM	154.555	0.690	0.083	8.313	0.000	
		SCM → ECS		0.721	0.104	6.920	0.000	
	3	FA → SCM	125.882	0.674	0.084	7.990	0.000	
		SCM → ECS		0.178	0.123	1.451	0.147	
		FA → ECS	$\Delta 28.673$	0.650	0.124	5.237	0.000	
H3-1-2	1	FA → ENS	94.204	0.535	0.101	5.291	0.000	
		FA → SCM	153.521	0.674	0.083	8.106	0.000	
		SCM → ENS		0.627	0.109	5.730	0.000	
	3	FA → SCM	149.455	0.669	0.083	8.016	0.000	
		SCM → ENS		0.395	0.147	2.679	0.007	
		FA → ENS	$\Delta 4.066$	0.270	0.133	2.024	0.043	
H3-1-3	1	FA → SOS	96.164	0.737	0.097	7.564	0.000	
		FA → SCM	176.004	0.686	0.083	8.283	0.000	
		SCM → SOS		0.776	0.105	7.419	0.000	
	3	FA → SCM	159.760	0.671	0.083	8.042	0.000	
		SCM → SOS		0.348	0.131	2.658	0.008	
		FA → SOS	$\Delta 16.244$	0.500	0.124	4.034	0.000	
H3-2-1	1	AU → ECS	53.014	0.733	0.088	8.377	0.000	
		AU → SCM	166.333	0.626	0.078	8.061	0.000	
		SCM → ECS		0.726	0.104	6.956	0.000	
	3	AU → SCM	118.358	0.601	0.078	7.696	0.000	
		SCM → ECS		0.101	0.100	1.006	0.315	
		AU → ECS	$\Delta 47.975$	0.676	0.104	6.503	0.000	
H3-2-2	1	AU → ENS	43.692	0.634	0.095	6.691	0.000	
		AU → SCM	120.012	0.614	0.078	7.889	0.000	
		SCM → ENS		0.651	0.110	5.901	0.000	
	3	AU → SCM	99.323	0.601	0.078	7.670	0.000	
		SCM → ENS		0.196	0.126	1.563	0.118	
		AU → ENS	$\Delta 20.689$	0.515	0.117	4.405	0.000	
H3-2-3	1	AU → SOS	69.484	0.795	0.088	9.064	0.000	
		AU → SCM	180.526	0.628	0.077	8.103	0.000	
		SCM → SOS		0.799	0.105	7.586	0.000	
	3	AU → SCM	138.446	0.600	0.078	7.706	0.000	
		SCM → SOS		0.209	0.109	1.908	0.056	
		AU → SOS	$\Delta 42.080$	0.669	0.105	6.363	0.000	
H3-3-1	1	SOC → ECS	34.435	0.522	0.065	7.984	0.000	
		SOC → SCM	111.689	0.501	0.056	8.974	0.000	
		SCM → ECS		0.715	0.105	6.820	0.000	
	3	SOC → SCM	89.808	0.490	0.056	8.673	0.000	
		SCM → ECS		0.258	0.121	2.141	0.032	
		SOC → ECS	$\Delta 21.881$	0.398	0.085	4.710	0.000	
H3-3-2	1	SOC → ENS	66.892	0.480	0.070	6.835	0.000	
		SOC → SCM	144.496	0.496	0.056	8.865	0.000	
		SCM → ENS		0.648	0.111	5.855	0.000	
	3	SOC → SCM	128.033	0.489	0.056	8.663	0.000	
		SCM → ENS		0.215	0.130	1.649	0.099	
		SOC → ENS	$\Delta 16.463$	0.375	0.092	4.084	0.000	
H3-3-3	1	SOC → SOS	79.736	0.565	0.065	8.659	0.000	
		SOC → SCM	175.321	0.503	0.056	9.015	0.000	
		SCM → SOS		0.785	0.106	7.428	0.000	
	3	SOC → SCM	153.955	0.490	0.056	8.684	0.000	
		SCM → SOS		0.328	0.124	2.647	0.008	
		SOC → SOS	$\Delta 21.366$	0.404	0.085	4.732	0.000	
H3-4-1	1	CSR → ECS	15.605	0.676	0.091	7.463	0.000	
		CSR → SCM	76.764	0.641	0.074	8.688	0.000	
		SCM → ECS		0.714	0.106	6.763	0.000	
	3	CSR → SCM	58.774	0.634	0.076	8.317	0.000	
		SCM → ECS		0.245	0.130	1.883	0.060	
		CSR → ECS	$\Delta 17.990$	0.513	0.120	4.285	0.000	
H3-4-2	1	CSR → ENS	16.736	0.558	0.097	5.740	0.000	
		CSR → SCM	68.679	0.632	0.074	8.540	0.000	
		SCM → ENS		0.639	0.111	5.749	0.000	
	3	CSR → SCM	62.334	0.630	0.075	8.348	0.000	
		SCM → ENS		0.336	0.149	2.256	0.024	
		CSR → ENS	$\Delta 6.345$	0.333	0.130	2.554	0.011	
H3-4-3	1	CSR → SOS	26.844	0.765	0.089	8.630	0.000	
		CSR → SCM	112.448	0.646	0.073	8.804	0.000	
		SCM → SOS		0.793	0.107	7.437	0.000	
	3	CSR → SCM	87.305	0.633	0.075	8.382	0.000	
		SCM → SOS		0.244	0.129	1.895	0.058	
		CSR → SOS	$\Delta 25.143$	0.600	0.118	5.087	0.000	

이러한 내용을 바탕으로 본 연구의 학문적·실무적 시사점을 정리하면 다음과 같다.

먼저, 공급사슬의 상생협력을 구성하기 위한 선행요인들을 제시하였다. 앞서 본 연구에서는 공급사슬의 상생협력을 ‘관계적 협력, 운영적 협력, 지원적 협력을 시행하는 것’으로 조작적 정의를 제시하였는데, 이러한 기업 간 거래에서의 상생협력을 시행하게 되는 선행요인들로 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동으로 규명한 것이다.

둘째, 공급사슬의 상생협력을 달성하고 운영하는 것이 지속가능성 측면에서의 3가지 요인인 경제적·환경적·사회적 지속가능성을 달성할 수 있다는 것을 제시한다. 즉, 공급사슬의 상생협력을 달성하고 운영하는 것이 전통적인 경제적 지속가능성 뿐만 아니라 환경적, 사회적 지속가능성까지도 균형 있게 달성할 수 있다는 것을 제시하는 것이다.

셋째, 공급사슬의 상생협력이 공급사슬의 상생협력 선행요인들과 3가지 지속가능성 사이에서 일부 매개효과 분석에 대한 가설을 기각하였으며, 다른 일부는 매개변수로서의 역할을 한다는 것을 확인하였다. 그러나 매개효과 분석에서 기각된 가설들 중 H3-2-3(거래진정성과 사회적 지속가능성), H3-3-2(사회적 자본과 환경적 지속가능성), H3-4-1(CSR 활동과 경제적 지속가능성), H3-4-3(CSR 활동과 사회적 지속가능성) 간의 매개효과 분석 3단계에서 공급사슬의 상생협력의 유의수준은 보수적인 수준($p < 0.1$)에서는 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난다.

따라서 공급사슬을 구성하고 있는 개별 기업들에게 공급사슬의 상생협력으로서 협력의 수준을 제고하는 것이 3가지 지속가능성을 더욱 제고할 수 있다는 것을 확인하여 공급사슬의 상생협력 선행요인들과 공급사슬의 상생협력, 경제적·환경적·사회적 지속가능성의 관계를 규명하였다.

상생협력의 매개효과 분석에서 일부 가설들이 기각된 이유를 분석하여 보면 <Table 2>에서 제시한 것처럼 설문조사 대상 기업체들 중 33.4%의 기업이 매출액 500억 원 미만, 45.0%의 기업이 종업원 수 500명 미만의 중소기업체들이다. 이들 중소기업체들의 공급사슬의 상생협력에 대한 중요성 인식이 대기업들과 동일하다고 보기는 어렵다(박승욱 외 2013). 따라서 이러한 이유들로 인하여 공급사슬의 상생협력에 대한 매개효과 분석에서 일부 가설들이 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다.

마지막으로 공급사슬의 상생협력의 선행요인들로 선정한 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동은 3가지 지속가능성인 경제적·환경적·사회적 지속가능성에 직접적으로 정(+)의 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 따라서 이들 거래 공정성, 거래 진정성, 사회적 자본, CSR 활동의 수준을 제고하는 것 역시 3가지 지속가능성을 더욱 제고할 수 있으므로 본

연구를 통하여 공급사슬 생태계의 파괴를 억제하고 지속가능한 공급사슬 생태계 구축을 위한 방안으로 공급사슬의 상생협력의 중요성과 상생협력 공급사슬을 구축하기 위한 전략적 방안을 제시하였다.

나. 연구의 제한사항 및 향후 연구방향

첫째, 본 연구의 자료조사의 대상 및 설문조사의 숫자가 일부 미흡하다. 배병렬(2014)에 의하면 Amos를 이용한 통계처리에서는 자료의 안정성을 확보하기 위해서는 사용하는 설문 데이터의 수가 200개 이상이어야 한다고 제시하는데, 본 연구에서는 129개의 설문지를 사용하였다. 따라서 측정모형과 분석모형의 적합도가 일부 낮게 나타났으며, 이러한 사항은 본 연구의 결과를 일반화 하는데 제약요인으로 작용할 수 있다.

둘째, 상생협력의 유형을 이수열(2015a, 2015b)의 연구에서 제시한 것처럼 ‘협력선도형’, ‘협력방관형’, ‘신퇴집중형’, ‘실무협력형’의 4가지 유형 혹은 관계적 협력, 운영적 협력, 지원적 협력의 3가지 유형으로 구분하지 않고 단일 차원으로 연구를 진행하였다는 것이다. 설문조사의 특성 상 개별 기업의 입장에서 다른 거래기업들과의 거래에서 이들 4가지 유형 및 3가지 유형을 명확하게 구분하고 연구를 진행하여야 했으나 조사과정에서의 어려움으로 인해 협력관계로서의 공급사슬의 상생협력을 단일 차원으로 측정하였다는 제한사항이 있다. 이는 향후 설문조사 내용을 보완하고 다시 연구를 진행하여야 할 것이다.

셋째, 기업들의 지속가능성에 대한 입장을 명확하게 구분하지 못하였다. 일반적으로 어떤 기업이든 경제적 지속가능성은 모두 중요하게 생각할 수 있지만, 환경적 및 사회적 지속가능성에 대한 입장은 대기업과 중소기업의 인식에서 차이가 있을 수 있다. 예를 들어 대기업의 경우 완제품을 생산하고 판매하는 경우가 대부분이며, 해당 기업 전체의 이미지 및 제품의 이미지가 매우 중요하므로 환경적, 사회적 지속가능성을 중요하게 생각할 수 있지만, 완제품의 부품을 공급하는 중·소기업의 경우 기업 전체의 이미지 및 제품의 이미지의 중요성을 대기업만큼 가지고 있다고 보기는 어렵다.

따라서 대기업과 중소기업, 완제품 제조업체와 부품 공급업체 등 공급사슬 상의 위치에 따라 환경적·사회적 지속가능성의 인식에서 차이가 있을 수 있고, 해당 산업별로도 다르게 인식할 수 있다. 즉, 환경과 관련한 성과가 중요하게 작용하는 산업과 그렇지 않은 산업이 존재한다(육근효, 2011; Elsayed and Paton, 2005 등). 그리고 개별기업의 공급기능 측면과 구매기능 측면을 명확하게 구분하여 연구하는 측면도 일부 미흡하였는데 이러한 특성을 구분하여 연구를 진행하지 못하였다.

그러므로 앞서 <Table 2> 조사대상 기업의 특성의 제한사항에서 제시한 것처럼 향후 설문조사 대상 기업들을 대기업과 중소기업, 완제품 제조업체와 부품 공급업체 등 공급사슬 상의 위치에 따라 집단별로 구분하여 본 연구에서 제시하는 연구항목들에 대한 지각의 차이를 비교 연구하는 것도 필요로 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Adams, J. S.(1963), Toward an Understanding of Inequity, *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 67(5), pp.422-436.
- [2] Ahn, H. S. and Kim, K. S.(2015), The Effect of Business Performance on Adoption of Green SCM: Focusing on a Mediating Effects of Social Responsibility, *KOREA LOGISTICS REVIEW*, Vol. 25(3), pp.77-89.
- [3] Bae, B. Y.(2014), *Structural Equation Modeling Amos 21 -Principles and Practices*, Seoul: CHUNGRAM Publishing.
- [4] Bae, B. Y.(2015), *Analyses of Moderating and Mediating Effects with SPSS/Amos/LISREL/SmartPLS*, Seoul: CHUNGRAM Publishing.
- [5] Barnea, A. and Rubin, A.(2010), Corporate Social Responsibility as a Conflict Between Shareholders, *Journal of Ethics*, Vol. 97(1), pp.71-86.
- [6] Beverland, B. M.(2005), Crafting Brand Authenticity: The Case of Luxury Wine, *Journal of Management Studies*, Vol. 42(5), pp.1003-1029.
- [7] Blodgett, G. J., Hill, D. J. and Tax, S. S.(1997), The Effects of Distributive, Procedural and Interactional Justice on Postcomplaint Behavior, *Journal of Retailing*, Vol. 73(2), pp.185-210.
- [8] Bok, J. H., Hur, D. S. and Hwang, S. I.(2012), An Empirical Study of the Effects of Buyer's Power Bases on Supplier's Perceive Justices, Relationship Commitment, and Supply Chain Integration, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 23(4), pp.283-311.
- [9] Carey, S., Lawson, B. and Krause, D.(2011), Social Capital Configuration, Legal Bonds and Performance in Buyer · Supplier Relationships, *Journal of Operations Management*, Vol. 29(4), pp.277-288.
- [10] Carroll, A.(1991), The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organizational Stakeholders, *Business Horizons*, Vol. 34(4), pp.39-48.
- [11] Carroll, A.(1999), Corporate Social Responsibility: *Evolution of a Definitional Construct*, *Business & Society*, Vol. 38(3), pp.268-295.
- [12] Carter, C. R. and Easton, P. L.(2011), Sustainable Supply Chain Management: Evolution and Future Directions, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 41(1), pp.46-62.
- [13] Carter, C. R. and Roger, D. S.(2008), A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38(5), pp.360-387.
- [14] Cousins, P. D., Handfield, R. B., Lawson, B. and Peterson, K. J.(2006), Creating Supply Chain Relational Capital: The Impact of Formal and Informal Socialization Processes, *Journal of Operations Management*, Vol. 24(6), pp.851-863.
- [15] Elkington, J.(1998), *Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Connecticut: New Society Publishing.
- [16] Elkington, J.(2004), Enter the Triple BottomLine, in Henriques, A., Richardson, J.(Eds), *The Triple Bottom Line: Does It All Add Up?*, London, Earthscan. 1-16.
- [17] Elsayed, K. and Paton, D.(2005), The Impact of Environmental Performance on Firm Performance: Static and Dynamic Panel Data Evidence, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 16(3), pp.395-412.
- [18] Flynn, B. B., Huo, B., and Zhao, X.(2010), The Impact of Supply Chain Integration on Performance: A Contingency and Configuration Approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 28(1), pp.58-71.
- [19] Fornell, C. and Larcker, D. F.(1981), Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variable and Measurement Error, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18(1), pp.39-50.
- [20] Gilmore, J. H. and Pine II, B. J.(2007), *What Consumers Really Want: Authenticity*, Harvard Business School Press.

- [21] Greenburg, J.(1990), Organizational Justice: Yesterday, Today, and Tomorrow, *Journal of Management*, Vol. 16(2), pp.399-432.
- [22] Greenburg, J. and McCarty, C. L.(1990), Interpersonal Aspects of Procedural Justice: A New Perspectives on Pay Fairness, *Labor Law Journal*, Vol. 41(8), pp.580-586.
- [23] Gundlach, G. T. and Murphy, P. E.(1993), Ethical and Legal Foundations of Relational Marketing Exchanges, *Journal of Marketing*, Vol. 57(4), pp.35-46.
- [24] Handfield, R. B., Sroufe, R. and Walton, S.(2005), Integrating Environmental Management and Supply Chain Strategies, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 14(1), pp.1-19.
- [25] Harter, S.(2002), *Authenticity in Hand Book of Positive Psychology*. C. R. Snyder and S. J. Lopez(eds), Oxford. UK: Oxford University Press, pp.382-394.
- [26] Heide, J. B. and Miner, A. S.(1992), The Shadow of the Future: Effects of Anticipated Interaction and Frequency of Contact on Buyer-Seller Cooperation, *Academy of management Journal*, Vol. 35(2), pp.265-291.
- [27] Holmbeck, G. N.(1997), Toward Terminological, Conceptual, and Statistical Clarity in the Study of Mediators and Moderators: Example From the Child-Clinical and Pediatric Psychology Literatures, *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, Vol. 65(4), pp.599-610.
- [28] Hong, S. T., An, C. Y. and Lee, H. S.(2012), Corporate Sustainable Management and its Impact on Company Reputation, *Aviation Management Society of Korea*, Vol. 10(4), pp.183-190.
- [29] Inkpen, A. C. and Tsang, E. W. K.(2005), Social Capital, Networks, and Knowledge Transfer, *Academy of Management Review*, Vol. 30(1), pp.146-165.
- [30] Jacobs, F. R. and Chase, R. B.(2014), *Operations and Supply Chain Management 3rd Edition*, Seoul: Han Kyung Sa.
- [31] Jeong, G. H.(2002), A Study on the Implication of Governance as a Matter of Socio-Institutional Reform for Sustainability, *ECO*, Vol. 2, pp.9-32.
- [32] Jung, Y. K.(2012), The Performance Factors of CSR(Corporate Social Responsibility) and Sustainable Growth Forecast, *Korean Journal of Business Administration*, Vol. 25(4), pp.2065-2089.
- [33] Ketchen, D. J. and Guinipero, L. C.(2004), The Intersection of Strategic Management and Supply Chain Management, *Industrial Marketing Management*, Vol. 33(1), pp.51-56.
- [34] Kim J. G. and Lee, S. Y.(2011), Determinants of Integrating Sustainability into Supply Chain Management: Stakeholder and Resource-Based Perspectives, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 11(1), pp.47-60.
- [35] Kim, S. C., Hong, J. B. and Hwang, S. Y.(2011), Analyzing the Impacts of Supply Chain Partnership on the Firm Performance, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 11(2), pp.137-150.
- [36] Kim, S. H., Kim, C. S., Seo, C. S., Kim, Y. T. and Kim, G. C.(2010), An Empirical Analysis of Relationship Between a Supply Chain's Technical Architecture and Its Collaboration and Performance-Based on Cosmetic Industry in Korea, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 10(1), pp.93-105.
- [37] Kotabe, M., Martin, X. and Domoto, H.(2003), Gaining from Vertical partnerships: Knowledge Transfer, Relationship Duration, and Supplier Performance Improvement in the U.S. and Japanese Automotive Industries, *Strategic Management Journal*, Vol. 24(4), pp.293-316.
- [38] Krause, D. R., Handfield, R. B. and Tyler, B. B.(2007), The Relationships Between Supplier Development, Commitment, Social Capital Accumulation and Performance Improvement, *Journal of Operations Management*, Vol. 25(2), pp.528-545.
- [39] Kumar, N., Scheer, L. K. and Steenkamp, J. E. M.(1995), The Effects of Supplier Fairness on Vulnerable Resellers, *Journal of Marketing Research*, Vol. 32(1), pp.54-65.
- [40] Lee, D. H.(2014), Impact of Social Capital on Sustainable SCM and CSR Performance: A Theoretical Review, *BUSINESS MANAGEMENT REVIEW*, Vol. 47(1), pp.61-86.
- [41] Lee, D. H.(2015), The Effect of CSR Willingness and Sustainable SCM Enablers on Sustainable SCM Performance, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 26(2), pp.123-147.

- [42] Lee, D. H.(2016), The Effect of Social Capital and Corporate Social Responsibility Commitment on Sustainable SCM Performance: With the Moderating Influence of Partnerships, *Korean Journal of Business Administration*, Vol. 29(1), pp.65-93.
- [43] Lee, E. Y.(2011), A Study of Corporate Social Responsibility Activities' Influence for the Consumers' Brand Evaluation, *Aviation Management Society of Korea*, Vol. 9(2), pp.111-125.
- [44] Lee, H. S. and Lim, J. H.(2015), *SPSS 22 Manual*, Seoul: JipHyunJae.
- [45] Lee, S. Y.(2013), Win-Win Collaboration and Supplier Manufacturing Performance: The Mediating Effects of Relational Social Capital Accumulation, *Korean Management Review*, Vol. 42(4), pp.1105-1130.
- [46] Lee, S. Y.(2015a), Does it Always Pay to be Collaborative? Supply Chain Collaboration Revisited in the Consideration of Supplier-Buyer Dependence and Curvilinear Relationships, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, Vol. 40(3), pp.73-95.
- [47] Lee, S. Y.(2015b), Type and Performance of Win-Win Cooperation Supply Chain Management: An Empirical Analysis of Internal Process Integration, Organizational Citizenship Behavior, and Production Operations Performance, *Korean Journal of Business Administration*, pp.415-435.
- [48] Lee, S. Y. and Klassen, R. D.(2008), Drivers and Enablers That Foster Environmental Management Capabilities in Small-and Medium-Sized Suppliers in Supply Chains, *Production and Operations Management*, Vol. 17(6), pp.573-586.
- [49] Lee, S. Y., and Lee, J. K.(2015), Sustainable Supply Chain management and performance in the Global Supply Network: An Empirical Validation of Vietnamese Suppliers, *Korean Journal of Business Administration*, Vol. 28(2), pp.453-468.
- [50] Lee, S. Y. and Lee, K. H.(2013), A Study on the Relationship Between Social Capital Accumulation, Green Supply Chain Management, and Supplier Operational Performance: A Path Analysis, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 24(2), pp.239-259.
- [51] Lee, W. H. and Lee, S. Y.(2014), The Effects of Sustainable Supply Chain Management on Relational Social capital and Supplier Sustainability Performance: An Integrative Model of the Fair, Green, and Responsible Supply Chain, *Korean Management Review*, Vol. 43(2), pp.275-302.
- [52] Leem, B. H.(2012), Impact of Social Capital and Supply Chain Management on Firm Performance, *POSRI Business Economics Research*, Vol. 12(3), pp.5-43.
- [53] Moon, J. H. and Lee, Y. H.(2010), A Framework and Research Directions for Sustainable Supply Chain Risk Management, *The Korean Institute of Industrial Engineers*, pp.1499-1506.
- [54] Nahapiet, J. and Ghoshal, S.(1998), Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage, *Academy of Management Review*, Vol. 23(2), pp.242-266.
- [55] Oh, J. S. and Rhee, S. K.(2008), Influences of Car Assembler- Supplier Collaboration on Performance and Moderating Effect of Technology Uncertainty: A Study of Korean Automotive Industry, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 19(1), pp.23-57.
- [56] Park, C. K.(2011), A Study on the Effect of Supply Chain Environmental on the Corporate Social Responsibility Performance, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 19(2), pp.41-63.
- [57] Park, J. S.(2011), An Exploratory Study on the Effects of Cooperation Between a Large Enterprise and an SME on Their Perception of Shared Growth: The Case of an Ulsan-based Shipyard and its Supplier, *POSRI Business Economics Research*, Vol. 11(3), pp.105-129.
- [58] Park, J. Y.(2006), *Model of Mutually Beneficial Cooperation Between Large and Small-Medium Company Based on the Business Architecture and Trust Hierarchy*, Catholic University, Doctor of Business Administration.
- [59] Park, S. W., Lee, D. H. and Lee, H. J.(2013), The Impact of Social Capital Development Between 1st-and 2nd-Tier Suppliers on the 1st-Tier Suppliers' Willingness of Shared Growth and Performance, *Journal of the Korean*

- Production and Operations Management Society*, Vol. 24(4), pp.513-535.
- [60] Schwartz, M. S. and Carroll, A. B.(2003), "Corporate Social Responsibility: A Three-Domain Approach", *Business Ethics Quarterly*, Vol. 13(4), pp.503-530.
- [61] Smith, K. A., Bolton, N. R. and Wagner, J.(1999), A Model of Customer Satisfaction with Service Encounters Involving Failure and Recovery, *Journal of Marketing Research*, Vol. 36(3), pp.356-372.
- [62] Staples, C.(2004), What Does Corporate Social Responsibility Mean for Charitable Fundraising in the UK?, *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*, Vol. 9(2), pp.154-158,
- [63] Stevenson, W. J.(2012), *Operations Management 10th Edition*, McGraw-Hill Korea, Inc
- [64] Tax, S. S., Brown, W. S. and Chandrashekara, M.(1998), Customer Evaluation of Service Complain Experiences: Implication for Relationship Marketing, *Journal of Marketing*, Vol. 62(2), pp.60-76.
- [65] Teece, D. J.(1986), Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy, *Research Policy*, Vol. 15(6), pp.285-306.
- [66] Win-Win Cooperation Research Society(2006), *Win-Win Cooperation Management*, Seoul: KimYoungSa.
- [67] Woo, M. J., Park, J. W. and Jung, B. Y(2014), An Empirical Study on the Impact of Quality Oriented Corporate Culture on Sustainability Management Performances, *Journal of Distribution Science*, Vol. 12(6), pp.31-39.
- [68] Wu, Z. and Pagell, M.(2011), Balancing Priorities: Decision-Making Sustainable Supply Chain Management, *Journal of Operations Management*, Vol. 29(6), pp.577-590.
- [69] Yoon, H. D., Sung, J. S. and Seo, R. B.(2012), The Effect of Cooperate Social Responsibility in Supply Chain Management (SC-CSR) on the Willingness to Initiate CSR in Small and Medium-sized Enterprises, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, Vol. 7(2), pp.25-34.
- [70] Yook, K. H.(2011), The Circulation Loop of Corporate Social and Environmental Performance, Productivity, and Financial Performance, *Productivity Review*, Vol. 25(1), pp.27-49.
- [71] Zhu, Q. and Sarkis, J.(2004), Relationships Between Operational Practices and Performance Among Early Adopters of green Supply Chain Management Practices in Chinese Manufacturing Enterprises, *Journal of Operations Management*, Vol. 22(3), pp.265-289.



박 찬 권

충북대학교 사회학과 학사
 충남대학교 경영학과 석사
 경북대학교 경영학부 비즈니스 운영관리 박사
 현재 : 경북대학교 경영학부 강의초빙교수
 관심분야 : SCM, 생산운영관리, 물류유통



서 영 복

경희대학교 산업공학과 학사
 경북대학교 경영학과 석사
 금오공과대학교 건설링학과 박사
 현재 : 김천대학교 교양학과 조교수
 관심분야 : POM, 물류관리, 공급사슬관리

인천항 항만배후단지의 대중국 가공식품 산업 활성화 요인에 관한 연구

배승권 · 박원근 · 안웅[†]

인천항만공사 · 서경대학교 경영학부

A Study on the Activation Factors of Processed Foods Industry Exporting to China in Incheon Port's Hinterland

Seung Kwon Bae · Won Geun Park · Ung An[†]

Division of Business Administration, Seokyeong University

This research attempted to explore the ways for Incheon Port to become the center of distribution processing and logistics of the processed food to be exported to China utilizing Incheon Port hinterland. Therefore, Incheon Port can perform the role of an export port, breaking away from the stereotyped function of the exclusively import port. To do this, 16 key factors were derived through in-depth-interviews. These were hierarchized and the Fuzzy-AHP research model was designed, and the empirical analysis was conducted.

As a result, it was found that in the Criteria level(Level 1), “food safety factor” was evaluated as the highest priority, and in the Subcriteria level(Level 2), “the building of cold chain” was evaluated as the highest priority, followed by “technological capabilities” and “convenience in export import distribution,” and this reflects the characteristics of food, meaning that food hygiene and safety should be considered as top priority, and based on these results, the strategic implications were presented to the government, Incheon Port Authority, and the food industrial circles.

Keywords: Port Hinterland, Processed Foods Industry, Fuzzy-AHP

[†] **Corresponding author:** Division of Business Administration, Seokyeong University, 124, Seogyong-ro, Seongbuk-gu, Seoul, 02713, Korea
Tel: +82-2-940-7165, E-mail: ungan@skuniv.ac.kr

Received : 10 April 2017, **Revised :** 1 May 2017, **Accepted :** 16 May 2017

1. 서론

과거 중국은 저렴한 인건비를 바탕으로 단순 가공 조립공장 기지 역할을 수행하였다면, 2000년대 들어서는 글로벌 시장의 중요한 생산 공장이자 막대한 소비 잠재력을 갖춘 거대 소비시장으로 그 가치를 인정받고 있다.

우리나라는 1992년 한·중 수교를 계기로 중국과 전략적 협력 파트너로서 정치·경제·문화 등 다방면에 걸쳐서 상호 보완적 관계를 유지해오고 있으며, 특히 2015년 한·중 FTA 체결은 중국이라는 거대시장을 우리나라 역내 시장으로 편입시킴으로써 전 세계 식품시장의 32%를 차지하고 있는 중국 내수 식품시장을 공략할 수 있는 교두보를 마련하게 되었다.(경제·인문사회연구회, 2014)

또한 중국에 대한 전자상거래 수출(소위 “역직구”) 활성화 등의 영향으로 국내 가공식품을 포함한 한·중 양국 간 소비재 교역량은 더욱 증가할 것으로 예상되고 있다.

이에 따라 정부는 21세기 신성장 동력산업으로서 글로벌 경쟁력을 갖춘 식품산업 육성을 위해 전라북도 익산에 국가식품클러스터 산업단지를 조성·운영 중에 있는데 운영 성과에 따라 추후 추가 지정도 가능할 것으로 예상되며, 인천항 운영·관리 주체인 인천항만공사 또한 2009년 고부가가치 물류기반 조성의 일환으로 식품 가공 산업 유치 및 클러스터 조성 계획을 검토한 바 있으며 현재 인천항을 둘러싼 환경여건 등을 감안할 때 향후 신규 공급 예정인 항만배후단지 토지이용계획 수립 시 가공식품을 포함한 식품산업과 관련된 내용이 반영될 가능성이 높다고 판단된다.

기존의 항만배후단지 관련 연구들은 항만배후단지 개발 및 발전 전략, 항만배후단지 활성화 및 경쟁력 향상 방안, 배후단지 입주 결정 요인에 관한 연구 등이 주를 이루었으며, 국내 식품분야 관련 연구들은 농식품 공급망 관리전략, 농식품 수출 분석에 따른 활성화 방안 연구, 식품안전성 강화를 위한 제도적 장치 등에 집중되었다. 최근에 들어서 농식품 수출 관련 물류센터 비즈니스 모델 구축, 농식품 동북아 물류허브 육성 및 수출확대 전략과 관련된 연구들이 등장하고 있는 실정으로 항만배후단지와 가공식품 산업을 연계하여 우리나라 가공식품 산업의 경쟁력을 제고할 수 있는 방안에 대해서는 구체적으로 논의되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 중국 내수 식품시장 규모 확대와 한·중 FTA 체결, 급성장 중인 중국 전자상거래 시장 등 국제적인 환경변화를 계기로 중국 내수 식품시장이 우리나라 제2의 내수시장으로 확대된 현 시점에서 중국과 인접한 인천항, 특히 현재 개발 중인 항만배후단지 등 항만 인프라 시설을 활용하여 대중국 국내 가공식품 산업 활성화를 위한 요인을 도출하여 제시하고자 한다.

본 연구는 총 6장으로 구성되어 있으며 내용은 다음과 같다.

제1장은 서론으로 연구의 배경 및 목적에 대해 기술하였다.

제2장은 항만배후단지의 개념 및 기능, 가공식품의 개념 및 특징 그리고 중국 내 한국 가공식품 현황을 살펴보고 이를 바탕으로 가공식품 중심 항만배후단지 특성을 살펴본 후 시사점을 제시하였다.

제3장은 선행연구 단계로 항만배후단지 활성화 및 가공식품을 포함한 식품 관련 선행연구를 살펴본 후 시사점을 도출하였다.

제4장은 연구설계 단계로 문헌 및 선행연구 고찰, 전문가 심층면접을 통해 도출된 핵심요인을 실증분석하기 위한 연구모형을 제시하였다.

제5장은 실증분석 단계로 제4장에서 도출된 연구모형을 Fuzzy-AHP 기법을 활용, 실증 분석하여 대중국 가공식품 산업 활성화 요인에 대한 우선순위를 도출하였다.

마지막으로 제6장은 결론 부분으로 연구결과 요약 및 시사점을 제시하였다.

2. 인천항 항만배후단지의 대중국 가공식품 산업

2.1 항만배후단지의 개념 및 기능

항만배후단지는 항만과 인접한 배후에 위치하여 항만의 전통적인 하역기능 외에도 고객의 필요에 따라 다양한 부가가치 서비스를 제공하고자 항만과 직·간접적으로 연계된 공간이라고 할 수 있다.

과거 항만이 단순 하역기능을 통한 물동량 증가 등 외형적인 성장에 의존하였다면, 현대 항만은 하역기능 외 다양한 부가가치 서비스를 제공하는 등 그 기능이 복잡·다양해지기 시작하면서 항만의 공간 또한 확대되어 항만과 직·간접적으로 연계된 공간인 배후지(Hinterland)에 대한 수요가 발생하게 되었고 항만과 인접한 위치에 일단의 토지인 항만배후단지의 활용에 대한 중요성이 부각되고 있다.

글로벌 환경에서 주요 항만들은 종합물류기능을 수행하는 배후부지 개발을 통하여 항만의 부가가치를 극대화하고 있으며, 이런 국제적인 추세에 적극 대응하고자 우리나라도 2001년 기존 항만법 개정을 통해 국내 주요 무역항의 배후부지를 항만기능과 연계된 종합물류단지로 개발하기 위해 항만배후단지 개념을 명확하게 정립하게 되었다.

항만배후단지 기능은 시기에 따라 지속적으로 진화 및 확대될 것으로 예상되며, 2011년 항만배후단지 관리지침의 개정을 통해

기존 물류업종에 한해 항만배후단지 입주가 가능했던 것을 제조업종도 입주 가능하게 되었다. 2012년에는 항만법 개정으로 기존 제조기능을 포함한 물류 위주의 항만배후단지 체계를 물류위주 기능 수행을 하는 1종 항만배후단지와 물류활동을 지원하는 일반 업무시설 및 판매시설 등이 입주할 수 있는 2종 항만배후단지로 개편하여 항만의 복합물류기능이 원활하게 수행될 수 있도록 제도적 장치가 마련되었다.

최근 들어서는 급속도로 성장하고 있는 글로벌 전자상거래 시장의 중심에 중국이 위치하고 있음에 따라 국내 항만배후단지 또한 역직구를 통해 구매된 국내의 상품을 중국으로 운송, 통관 및 보관 등에 관련된 국제물류활동과 신속한 배송 인프라 구축 등을 요구받고 있다(Lee et al., 2015).

2.2 가공식품의 개념 및 특징

가공식품의 정의는 2015년 식품의약품안전처가 고시한 ‘식품의 기준 및 규격’에 따라 “식품원료(농, 임, 축, 수산물 등)에 식품 또는 식품첨가물을 가하거나, 그 원형을 알아볼 수 없을 정도로 변형(분쇄, 절단 등) 시키거나 이와 같이 변형시킨 것을 서로 혼합 또는 이 혼합물에 식품 또는 식품첨가물을 사용하여 제조·가공·포장한 식품을 의미한다.”고 정의하고 있다(Ministry of Food and Drug Safety, 2015). 이외 가공식품에 대한 기존 연구들을 살펴보면 가공식품이란 식품원료를 물리·화학적 또는 미생물학적으로 가공 처리하여 식품의 보존성을 높이거나 식품의 품질을 향상시키는 등 식생활에 적합하도록 만든 것이라고 정의하고 있다(Chong, 2005).

식품은 우리가 일상생활에서 상시 섭취하는 음식물이기에 식품 위생과 안전성 여부가 최우선적으로 고려되어야 하는 특징이 있다. 특히, 경제성장에 따른 국민 소득수준 향상으로 과거에 비해 소비자들은 먹거리를 선택함에 있어 위생과 안전성에 상당한 비중을 두고 있으며, 농수축산물을 이용한 유가공품 등을 포함한 가공식품의 경우 제품의 생산부터 유통과정을 거쳐 최종 소비자에게 도달할 때까지 ‘HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Points : 위해요소중점관리기준)’ 등 별도의 인증 제도를 활용한 지속적인 관리로 식품의 안전성을 확보함은 물론 제품의 신선도를 최대한 유지함과 동시에 변화를 최소화하여 균일한 제품 품질 유지가 가능하도록 냉동·냉장보관 및 저온유통 등을 요구받고 있다(Choi, 2013).

이와 같이 최근 변화된 소비자들의 수요를 반영한 가공식품은 <표 1>과 같은 특징을 가지고 있다.

Table 1. Key Features of Processed Foods

구 분	주요 특징
일관된 품질 유지	가공식품의 품질은 기본적으로 안정적인 원자재 조달을 근간으로 일관적인 품질 유지가 보장되어야 함.
엄격한 유통기간 설정 및 식품 유통	가공식품 특성 상 미생물의 증식은 식품의 품질과 안전성을 저하시키는 주요 요인이기에 엄격한 유통기한 설정 및 유통기간 내 신속한 식품 유통 등 식품 품질 및 안전성 제고를 위한 예방조치가 필히 이루어져야 함.
식품의 저온유통	저온계 가공식품은 제품 특성 상 상온계 가공식품과 비교하여 부피 및 중량이 상대적으로 무거워 운송비를 상승시키는 특성이 있으며, 부패 및 변질 등에 취약하여 저온 유통이 요구되는 등 고비용 물류구조를 가지고 있음.(최지혜, 2013)
친환경적 가공식품 지향	친환경 식품에 대한 소비자 수요 증가는 식품 생산 시 식품안전성과 관련된 불필요한 첨가물 사용 억제를 요구하고 있으며 제품 구매 시 제품을 구성하는 원료 및 함량 등에 대한 소비자 수요 또한 증가하고 있음.
식품안전성 확보	유전자 변형 식품 등 식품안전성 제고를 위해 HACCP 및 PL법, GMO 표시제 등 제도적 장치가 마련 운영 중에 있음.(배광철, 2002)

2.3. 중국 내 한국 가공식품 현황

최근 들어 중국의 다소 둔화된 경제성장 기조에도 불구하고 중국정부의 정책 패러다임 변화 및 중국 소비자들의 소득 수준 향상과 더불어 현 상황에 대한 낙관적인 기대심리, 소비시장을 주도할 핵심 소비계층의 증가, 이들이 주도하는 소비 경향 변화 등의 요인으로 인해 중국의 소비시장은 지속적인 확대 추세에 있다.

특히 중국 식품산업은 중국의 식품소비 경향이 소득증대 등의 영향으로 기존 탄수화물 위주의 식생활에서 동물성 단백질에 대한 소비 비중이 높아지는 소비 패턴으로 변화함에 따라 식품수입 구조에도 영향을 미쳐 육가공품, 유가공품, 베이커리 제품, 커피 등 서구화된 식습관 관련 제품의 수입이 크게 늘고 있는 실정이다(KIET, 2013).

2008년 멜라닌 분유 파동 사태를 시작으로 거의 매년 식품안전사고가 반복적으로 발생됨에 따라 배타성이 강한 식품 특성에도 불구하고 자국산 식품에 대한 불신은 수입산 식품에 대한 소비 수요로 이어지고 있으며, 중국 소비자의 소비 형태는 식품의 안전성을 우선적으로 중시하면서 고급화를 추구하는 소비 트렌드를 형성해 나가고 있다(Korea International Trade Association, 2014). 이러한 중국 소비자의 소비 트렌드 변화는

가공식품 시장에도 영향을 미쳐 중국 내 수입 가공식품 시장 규모를 급성장 시키는 원동력으로 작용하고 있다. 향후 중국 중서부 내륙지방의 경제 성장과 함께 급속하게 성장하고 있는 중국 내 온라인 시장, 낙후된 물류 인프라의 점진적인 개선과 더불어 내륙지역 소비 진작을 위한 중국 정부의 다양한 유인책으로 인해 중국 가공식품 시장, 특히 수입 가공식품 시장은 지속적으로 성장할 것으로 전망된다.

이와 같이 외국산 식품에 대해 친화적인 중국 내 수입식품 시장에서 한국산 식품이 차지하는 비중은 0.84%(8억 달러)로 여전히 미미한 실정이나 곡물 및 신선농수산물식품을 제외한 중국 내 가공식품 수입 시장에서 한국 가공식품은 한·중 FTA와 역직구 등 중국 소비자의 온라인 소비 활성화 및 웰빙 트렌드 등의 요인과 더불어 대중국 가공식품의 안전성 및 현지화 노력, 중국 내 글로벌 대형 유통업체와의 전략적 제휴를 활용한 판로 확보 등 전략적인 접근으로 중국 내 한국 가공식품 시장점유율을 4.5%(6억 달러)까지 높여 나가고 있다(Korea International Trade Association, 2016).

Table 2. Top 20 Agro-foods Exporting to China in 2015
(단위: 천 달러, %)

순위	HS코드	품목명	수출액	증감률
1	17019910	설탕	95,886	-14.9
2	19011010	조제분유	87,266	28.8
3	22029000	기타 음료수(과일 및 채소주스 제외)	65,507	29.6
4	20089931	조미김	54,077	41.4
5	21069090	기타 조제식료품	49,761	26.5
6	19053100	스위트 비스킷	26,144	36.8
7	03079900	기타 연체동물 가공제품	24,904	20.8
8	03074900	기타 오징어류	24,890	-23.9
9	03038990	기타 냉동어류	24,658	36.1
10	19023030	라면	21,806	63.2
11	22030000	맥주	19,836	48.7
12	16042099	기타 조제어류	19,480	37.6
13	04012000	생우유 (지방함량 6% 이하, 1% 초과)	17,370	10.9
14	12112099	기타 인삼	14,757	-2.9
15	20099010	혼합 과일주스	13,530	216.9
16	21039090	조미료	13,393	4.8
17	19059000	기타 베이커리 제품	12,936	61.6
18	19041000	팽창 또는 복은 곡물 조제식료품	12,053	52.1
19	19019000	기타 유아용 조제식료품	12,043	26.3
20	13021990	식물즙	11,034	38.4

Source : KITA(2016)

중국 식품시장에서 점유율을 높여가는 한국 식품에 대한 중국 소비자들의 소비성향을 조사한 결과, 대부분의 중국 소비자들은 한국 식품이 자국산 식품에 비해 안전하고 맛도 더 좋으며, 영양적 가치도 더 높다고 인식하고 있는 것으로 나타났다. 특히 중국 소비자를 대상으로 입맛, 안전성, 품질이라는 3가지 요인에서 강점을 나타내고 있다는 점은 배타성이 강한 식품 산업 특성에도 불구하고 중국 소비자들의 입맛을 사로잡았음은 물론 식품안전성 및 품질 부분에서도 긍정적인 평가를 받고 있다는 것으로 한국 식품산업의 중국 식품시장 진출 확대에 긍정적인 신호로 작용하여 중국 식품시장 내 시장점유율을 더욱 높여나갈 것으로 전망된다(Korea Institute for Industrial Economics & Trade, 2014).

Table 3. Influencing Factors of Chinese Consumers purchasing Korean Foods

구분	응답자 명	비중(%)
가격	62	12.3
품질	127	25.2
안전성	95	18.9
개인적 입맛(독특한 맛)	159	31.6
영양성분	40	7.9
편리함	21	4.1
합계	504	100.0

Source : Korea Institute for Industrial Economics and Trade(2014)

2.4 가공식품 중심의 항만배후단지 특성

일반적인 항만배후단지는 보관 및 하역기능은 물론 수출입, 환적화물물류에 대한 가공과 조립, 물류서비스, 부가가치 창출 기능을 수행하는 항만물류 핵심거점으로서 역할을 수행하고 있다.

가공식품 중심 항만배후단지 또한 거시적인 관점에서는 일반적인 항만배후단지와 동일한 특성을 가지고 있으나, 미시적인 관점에서는 다른 일반적인 재화와는 달리 가공식품이 지니고 있는 특성, 즉 신속하고 정확한 수송을 기반으로 한 신선도 및 품질 유지 등의 안전성 확보와 리드타임 단축으로 인한 물류비용 절감 및 이를 바탕으로 한 가격경쟁력 확보 등과 같은 차별화된 특성을 나타내고 있다.

Cho(2012)는 “농식품 수출물류는 농산물의 산지 생산자로부터 최종 소비자에 이르기까지 연결된 고리의 순환구조로서, 다른 재화와는 달리 농산물 고유의 특성으로 인해 농식품 수출물류는 농식품이 지닌 특성을 이해하고 접근하는 것이 매우 중요하다.”라고 했는데 이는 가공식품에도 적용 가능하다.

일반적인 제조상품과는 달리 가공식품은 생산부터 유통, 최종 소비자에게 도달할 때까지 신선도와 품질 유지 등의 위생 및 안전성 확보를 위한 물류비용이 상대적으로 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 가공식품 특성상 다수의 생산자 및 도매업자, 수출입상, 소비자 등과 같은 다양한 구성원들이 가공식품 수출 공급망(SCM) 내에 존재하기 때문에 물류비가 상승하는 결과를 초래하고 있다. 또한 고부가가치 식품으로 차별화하기 위해 가공식품의 원재료가 되는 국내의 농수축산물에 대해 최초 품질과 신선도 유지가 가능한 포장 및 저온수송체계 미흡 등의 문제점도 물류비용 증가를 초래하고 있다.

이외에도 가공식품을 포함한 식품은 수출입 통관 및 검역, 식품안전성 검사 등의 비관세 장벽으로 인한 추가적인 비용 증가는 물론 장시간의 소요로 인한 상품의 신선도와 안전성 유지에 문제가 발생하여 수입금지 되거나 전량 폐기되는 등의 위험요소를 내포하고 있다.

따라서 본 연구에서 논하고 있는 가공식품 중심 항만배후단지는 전술한 가공식품의 특징 및 이에 따른 문제점들을 반영하여 다음과 같은 특성을 갖추어야 한다.

첫째, 국내외로부터 안전하고 양질의 원자재를 안정적으로 확보할 수 있는 입지 조건을 갖추어야 한다.

둘째, 확보된 원자재가 생산자에게 도달할 때까지 신선도와 품질 유지 등의 안전성 확보가 가능한 저온수송체계를 갖추어야 하며, 원자재의 선별·세척·예냉 등 전처리 시설 등 콜드체인 인프라가 구축되어야 한다.

셋째, 생산된 제품이 최종 소비자에게 최대한 빠른 시일 내에 전달되어 제품의 품질 유지로 소비자의 신뢰성을 제고하면서 물류비 절감이 가능하도록 공·항만을 이용한 복합연계수송체계 같은 다양한 배송채널이 확보되어야 한다.

넷째, 수출입 통관 및 검역, 식품안전성 검사 등 식품 수출입 관련 비관세 조치에 대한 일괄적인 제도적 지원 체계가 구축·운영되어야 한다.

3. 선행연구

항만배후단지 및 식품 관련분야 각각에 대한 개별적인 연구는 활발하게 이루어지고 있는 반면에 항만물류 중심인 항만배후단지를 기반으로 한 국내 가공식품 산업 활성화에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이에 본 연구에서는 항만배후단지 및 가공식품을 포함한 식품 관련 선행연구 고찰을 통해 가공식품 산업 활성화에 영향을 미칠 수 있는 핵심요인들을 도출하였다.

Kim et al.(2005)는 항만물류업체가 항만배후단지 입주 시 인센티브, 환경여건, 항만, 분양가 순으로 중요도가 나타났으며, 군집별·업종별로 입주요인에 차이가 있기에 입주 결정요인을 파악한 후 차별화된 마케팅전략을 수립 시행할 것으로 제안하였다.

Chien-Chang Chou(2010)는 'AHP Model for the Container Port Choice in the Multiple-Ports Region'에서 항만 운영주체 입장에서 원양항로 선사 및 연안항로 선사 유치를 위해 항만수심 확보, 부두 이용비용 절감, 하역 효율성 제고, 배후경제 성장이 수반되어야 한다고 기술하였다.

Jeung & Choi(2011)은 부산항 신항이 동북아 물류중심항만으로 발전하여 경제적 부가 가치를 극대화하기 위해서 부두시설 확충만큼이나 부가가치 물류서비스를 제공할 수 있는 항만배후단지 개발이 필요하다고 주장하면서 부산항 신항 배후단지 활성화를 위한 7가지 방안을 제시하였다.

Kim & Choi(2012)은 델파이 기법과 Fuzzy-AHP를 활용하여 광양항 배후단지 활성화를 위한 요인 및 중요도 도출한 결과, 배후단지 내 광양항만권 기간 산업군 기업 유치가 필요하며, 광양항 항차수 및 항로수 증가를 통한 항만 네트워크 강화가 이루어져야 한다고 주장하였다.

Lee et al.(2013)는 '우리나라 항만배후단지 경쟁력 강화방안 연구'에서 AHP 기법을 활용하여 국내 개별 항만배후단지별 경쟁력 요인을 비교·분석하여 개별 항만배후단지별 경쟁력 우선순위 요인을 파악하였다.

Kyung(2014)은 광양항만배후단지와 청도항만배후단지의 효율성과 경쟁요인을 비교·분석하여 동북아 허브항만에 적합한 항만배후단지 경쟁력 제고를 위한 방안을 도출하였다.

Kim(2003)는 '가공식품시장의 구조적 특성과 식품산업체의 상품화전략'에서 높은 진입장벽의 식품가공시장에서 성공적으로 정착하기 위해 신제품 생산 및 제품 브랜드 개발, 제품 판매망 구축 및 소비자 욕구(자연, 안전, 건강 지향)를 충족시킬 수 있어야 한다고 주장하였다.

Park & Song(2010)은 국가식품산업클러스터가 당초 사업목적인 국내 식품산업의 영세성을 극복하고 기술경쟁력을 갖추는 등 2, 3차 산업으로 고도화되기 위해서는 식품물류 수출망 구축 및 물류혁신에 의한 가격 경쟁력 제고, 농산물 등 원재료의 안전성 확보가 가능한 특화된 물류센터가 필히 수반되어야 한다고 주장하였다.

Cho & Park(2011)는 포터의 경쟁력 모델을 응용하여 우리나라와 미국, 중국, 일본 등의 농식품 수출부문 경쟁력을 비교·평가한 결과, 농식품 수출 활성화를 위해 품종개발 및 생산기술 방식의 전자화 등 신기술 기반 농업기반조성 및 농식품 수출시장

확대를 위한 전문인력 양성이 필요하다고 주장하였다.

Han(2011)은 농식품업체의 수출 확대를 위해서는 운송비 절감, 품질유지가 가능한 운송수단, 저온물류센터 확보, 공·항만 내 일괄수출입서비스 제공 가능한 종합터미널 구축 및 해외공동 물류센터 구축 등과 같은 수출물류인프라 개발의 필요성을 강조하였다.

Ryu et al.(2012)는 Fuzzy-AHP를 활용하여 현재 겪고 있는 친환경농산물 유통체계 개선을 위한 방안 및 우선순위를 도출하였는데, 친환경농산물의 수집·분산기능 강화, 물류비용 절감, 적정가격 형성 유지, 수급 조정하는 친환경농산물 물류센터 설치·운영 등에 대한 필요성을 강조하였다.

Wang(2012)는 ‘한·중 소비자의 HACCP 인증 제품에 대한 인식과 구매행동 비교 연구’에서 한국·중국 모두 HACCP 인증 제품에 대한 중요성을 인식하고 있으며, HACCP 인증 여부가 제품 구매에도 영향을 미칠 수 있음을 의미한다고 하였다.

Cho(2012)는 FTA에 따른 농업시장 개방으로 피해가 우려되는 국내 농업에 대한 대응책으로 수출농업 육성이 필요하며, SCM 도입을 통한 수출물류구조 변화 유도를 제안하였다.

Kim et al.(2013)는 농식품 수출 개선을 위한 방안으로 농식품 공급사슬 관점에서 수출물류센터 비즈니스 모델 구축방안을 제시하였다.

Choi(2013)는 식품의 안전성을 확보하기 위해 신선식품의 특성을 고려한 생산·가공·유통·판매 전 과정에 걸친 통합적인 공급사슬관리가 요구된다고 하면서, 이를 위해 저온유통체계 등 신선물류시스템 인프라 구축과 신선식품 품목에 대한 HACCP 의무화 대상지정 등 제도적인 기반 마련이 필요하다고 기술하였다.

Lee(2014)는 ‘농식품 수출실태 분석과 활성화 방향에 관한 연구’에서 한국산 농식품 수출 활성화를 위해서 현대화된 생산시설을 활용하여 우수한 신선도 및 고품질 제품 생산, 주요 수출국 고급 소비계층에 대한 진출 확대 노력이 필요하다고 하였다.

항만배후단지 관련 국내외 선행연구를 검토한 결과 주로 항만 배후단지 개발 및 발전전략, 배후단지 활성화 및 경쟁력 향상 방안에 관한 연구, 배후단지 입주 결정요인 및 배후단지 경쟁우위 또는 유치품목에 대한 연구 등이 주를 이루었으며, 가공식품을 포함한 식품 관련 선행연구는 주로 농식품 공급망 관리전략, 농식품 수출 분석에 따른 활성화와 방향연구, 식품안전성 강화를 위한 제도적 장치 및 공급망 관리전략 연구와 농식품 수출 경쟁력 향상 방안 연구 등이 주를 이루었다.

항만배후단지 및 식품 관련분야 각각에 대한 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 항만물류 중심인 항만배후단지를 기반으로 한 국내 가공식품을 포함한 식품산업 활성화 방안에 대한 연구

는 거의 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 최근 체결된 한·중 FTA 및 급성장 중인 중국 전자상거래 시장 등 인천항을 둘러싼 환경여건과 전라북도 익산에 조성·운영 중인 국가식품클러스터와 같이 국내 식품산업 육성을 위한 정부 정책, 대중국 가공식품 분야 육성을 위해 인천항 항만배후단지가 갖추고 있는 장점 등을 고려하여 처음으로 인천항 항만배후단지를 중심으로 대중국 가공식품 산업 활성화 요인을 도출했다는 점에서 그 의의가 있다.

4. 연구설계

4.1 가공식품 산업의 활성화 요인 선정

질적 연구(Qualitative research)는 일반화를 목적으로 대규모 표집을 하는 양적연구와는 달리 연구자가 관심을 갖고 있는 특정 사례(혹은 사건), 현상 등을 심층적으로 연구하며 폭(width)보다는 깊이(depth)를 중요시한다는 장점이 있으며 이러한 장점으로 인해 특히 선행연구가 많이 이루어지지 않은 연구를 하는데 적합한 연구 방법이기 때문에 본 연구에서는 지금까지 항만배후단지를 통한 가공식품 산업 활성화에 대한 선행연구가 많이 이루어지지 않았다는 점에서 관련 분야의 전문가를 대상으로 하는 심층면접 방법을 채택하였다.(Kim, 2012)

인천항 항만배후단지의 대중국 가공식품 산업 활성화를 위한 핵심요인을 도출하고자 선행연구 고찰을 통해 도출된 21개 핵심요인에 기초하여 심층면접(In-depth interview) 중 반구조화 된 면접방식(Semi-structured interview)을 채택·적용하였다. 면접 진행에 앞서 면접 대상자 선정이 핵심이기에 연구목적에 부합할 수 있는 국내 항만물류 및 식품 관련분야에서 최소 10년 이상 경험이 있는 전문가 10명을 면접 대상자로 선정하여 선행연구를 통해 도출된 <표 4>의 21개 핵심요인에 대해 <표 5>와 같이 질문사항 작성 후 일대일 개별 면접을 실시하였다.

Table 4. Key Factors derived from Precedent Studies

핵심요인	연구자	정의
물류 인프라	박중은·송채현(2010), 한관순(2011), 류인철 외(2012), 김선구·최용석(2013), 최지혜(2013)	선도유지 및 품질 안전성 확보, 운송비 절감 등 콜드체인 관련 인프라
직배후 도시와의 접근성	류인철·최용석(2011), 김울성·김상열(2011), 이성우 외(2013), 경성립(2014)	물동량 배분을 위한 인접한 도시와의 지리적 접근성

핵심요인	연구자	정의
배후물류 네트워크	Lirn, T. C. 외(2010), Chou, C. C.(2010), 김근섭 외(2005), 최성희(2010), 김다애(2011), 정홍자·최해범(2011), 한관순(2011), 김선구·최용석(2012), 조성제(2012), 이성우 외(2013)	도로 인프라 및 해상네트워크 빈도와 다양성
부지 확장성	김선구·최용석(2012), 이성우 외(2013)	충분한 부지 확보 여부 및 기업 필요 시 부지 확장 가능여부
배후시장 및 산업단지 규모	최성희(2010), 류인철·최용석(2011), 조성제·박현희(2011), 김선구·최용석(2012), 이성우 외(2013)	배후도시 시장규모 및 산업클러스터 규모
배후지의 경제규모	김울성·김상열(2011), 경성림(2014)	배후도시의 경제규모
원자재 가용성	최성희(2010), 류인철 외(2012)	농식품 사업 전개를 위한 원자재 확보
식품 안전성	박종은·송채현(2010), 조성제(2012), 류인철 외(2012)	신선도 및 품질 유지 등 식품안전성 확보
FTZ & FEZ 지정	최성희(2010), 김다애(2011), 김울성·김상열(2011), 이성우 외(2013), 경성림(2014)	외자 유치 및 자유로운 물류활동을 위한 자유무역지역(혹은 경제자유구역) 지정 여부
홍보 및 마케팅	최성희(2010), 정홍자·최해범(2011), 이성우 외(2013)	배후단지 입주기업에 위한 국내외 홍보 및 마케팅 지원
통관 및 행정편의	최성희(2010), 조성제(2012), 이성우 외(2013), 경성림(2014)	FTA 협정에 의한 수출입 통관 및 각종 행정편의 제공
조세 혜택	김근섭 외(2005), 최성희(2010), 김울성·김상열(2011), 김선구·최용석(2012), 이성우 외(2013), 경성림(2014)	입주기업에 대한 세금감면 혜택
인센티브	김근섭 외(2005), 최성희(2010), 김다애(2011), 정홍자·최해범(2011), 안기명 외(2012), 김선구·최용석(2012), 경성림(2014)	배후단지 입주에 따른 다양한 인센티브 제공 여부

핵심요인	연구자	정의
임대료 (분양가)	김근섭 외(2005), 최성희(2010), 김다애(2011), 김선구·최용석(2012), 이성우 외(2013), 경성림(2014)	저렴한 임대료(분양가)를 통한 기업 운영비 절감
금융조달 용이성	김근섭 외(2005), 이성우 외(2013)	각종 시설 및 장비 확보를 위한 금융조달 용이성
기항빈도	Chou, C. C.(2010), 김다애(2011), 김선구·최용석(2012)	항만에 입항하는 선박의 빈도 (기항 선박수)
항만 물동량	Chou, C. C.(2010), 김울성·김상열(2011), 이성우 외(2013), 경성림(2014)	각종 사업 전개를 위한 충분한 항만 물동량
항만면적	김울성·김상열(2011), 경성림(2014)	항만의 전체 면적
브랜드 인지도	김선구 외(2013), 김가형(2014)	국가 혹은 식품에 대한 브랜드 인지도
인력수급	김울성·김상열(2011), 안기명 외(2012), 이성우 외(2013)	기술인력 활용 여부 및 외국인 노동자 활용 가능 여부
운영인력 전문성 및 숙련도	김다애(2011), 조성제·박현희(2011), 경성림(2014)	항만 운영인력의 전문성 및 숙련도

Table 5. Key Questions for In-depth Interview

주요 질의사항
① 가공식품 산업, 특히 대중국 수출을 주목적으로 하는 식품산업의 특징은 무엇이라고 생각하는지?
② 인천항 항만배후단지를 가공식품 유통가공 및 물류중심 역할을 수행하도록 하는 부분에 대해 어떻게 생각하는지?
③ 한·중 FTA 체결과 급성장 중인 중국 전자상거래(온라인 직구매) 시장이 인천항 항만배후단지가 가공식품 허브로서 핵심적으로 기능하도록 영향을 미치는데 인과관계가 있다고 생각하는지?
④ 현재 전국 무역항에서 운영 중인 통상적인 항만배후단지와 가공식품 분야를 중심으로 한 가공식품 중심 항만배후단지 간 차이점은 무엇이라고 생각하는지?
⑤ 인천항과 국내외 여타 항만과 비교했을 때 대중국 가공식품 수출을 위해 강점 및 약점은 무엇이며, 향후 고려해야 할 사항은 무엇인지?
⑥ 선행연구 고찰을 통해 도출된 핵심요인 외 가공식품 특성을 반영하여 필히 고려해야 할 핵심요인은 무엇인지?

심층면접을 실시한 결과, 가공식품을 포함한 식품의 특성 및

한·중 FTA와 중국의 역직구 시장 등 환경여건 등을 고려하여 다음과 같은 공통적인 의견이 제시되었다.

첫째, 식품의 특성을 감안하여 제품의 신선도 유지 및 안전성 확보가 가능한 콜드체인 인프라 구축이 선행되어야 한다.

둘째, 본 연구목적 상 주요 대상국인 중국 내 낙후된 콜드체인 인프라 및 최종 소비자에게 제품이 안전하게 도달하기 위한 포장기술 및 저온 운송기술 등 기술역량을 갖추고 있어야 한다.

셋째, 중국 소비자에게 저렴하면서 신속·정확하게 제품 배송이 가능한 다양한 배송 네트워크가 구축되어야 한다.

전술한 의견이 반영되어 <그림 1>에서와 같이 선행연구를 통해 도출된 21개 핵심요인 중 기존 ‘물류 인프라’는 ‘콜드체인 구축’으로 변경되었으며, ‘기술역량(가공식품)’ 및 ‘카페리 관련 인프라 확보’, ‘특송 네트워크 구축’ 등 3가지 요인은 식품의 특성을 반영되어 신규 핵심요인으로 선정되었다.

Subcriteria level(제2계층)에서 본 연구목적과의 적합성 및 요인 간 중복성을 고려하여 16개의 핵심요인이 최종적으로 선별되었으며, Criteria level(제1계층)에서는 16개 핵심요인을 4개의 속성별로 분류하여 그룹핑 하였다.

4.2 연구모형 설계



Fig. 1. Screening and Derivation of Activation key Factors according to the In-depth Interview

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소 간 쌍대비교(Pairwise comparison)를 통해 평가 대상자의 지식, 경험 및 직관을 포착하는 의사결정방법론으로 이론적 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 장점 때문에 여러 의사결정분야에서 널리 응용되고 있

며, 항만물류분야에서도 항만 및 항만배후단지 경쟁력 분석과 활성화 방안 연구 등에 널리 이용되고 있다.

본 연구에서는 쌍대비교 과정에서 의사결정자의 판단에 내재된 모호성과 불확실성을 다루고자 의사결정문제에서 다루기 어려우면서도 반드시 고려하지 않으면 안 될 정성적 평가기준에 퍼지이론을 결합·적용한 Fuzzy-AHP 분석법 중 엑셀을 통해 비교적 쉽게 구현이 가능한 Chang(1996)의 Fuzzy-AHP 확장 분석방법을 적용하여 <그림 2>와 같이 Fuzzy-AHP 연구모형을 설정하였다.(Chang, D. Y., 1996; Ahn et al., 2010)

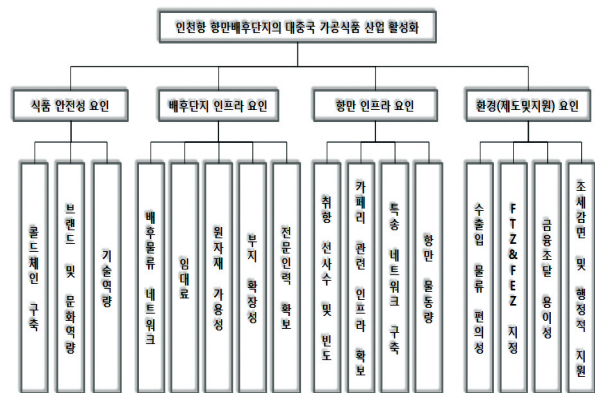


Fig. 2. Fuzzy-AHP Model

식품안전성 요인은 콜드체인 구축, 브랜드 및 문화역량, 기술역량(가공식품)으로 구성되었고 배후단지 인프라 요인은 배후물류 네트워크, 임대료, 원자재 가용성, 부지 확장성, 전문 인력 확보로 구성되었다. 항만 인프라 요인은 취항 선사 수 및 빈도, 카페리 관련 인프라 확보, 특송 네트워크 구축, 항만 물동량으로 구성되었고 환경(제도 및 지원) 요인은 수출입 물류 편의성, FTZ&FEZ 지정, 금융조달 용이성, 조세감면 및 행정적 지원으로 구성되었으며, 활성화 핵심요인에 대한 설명은 <표 6>에서 보는 바와 같다.

Table 6. Explanation of Activation Key Factors in Subcriteria Level

제1계층	제2계층	설 명
식품안전성 요인	콜드체인 구축	예· 냉시설과 저온시설 등 제품 신선도 유지 및 품질 안전성 확보 가능한 전용 항만시설 등 콜드체인 인프라 구축 및 서비스 제공 능력 (리드타임 등)
	브랜드 및 문화역량	식품안전성 관련 브랜드(혹은 국가 인지도) 및 이미지 구축 여부
	기술역량 (가공식품)	신선도 유지 등 식품안전성 확보를 위한 제품 포장 및 운송 기술 등

제1계층	제2계층	설 명
배후단지 인프라 요인	배후물류 네트 워크	도로 인프라 및 해상네트워크의 빈도 와 다양성(컨테이너, 카페리, 항공)
	임대료	저렴한 임대료를 통한 기업 운영비 절감
	원자재 가용성	가공식품 사업 전개를 위한 국내외 원자재 확보
	부지 확장성	충분한 부지 확보 여부 및 기업 필요 시 부지 확장 가능 여부
	전문인력 확보	가공식품 등 콜드체인 관련 제조·유통· 보관·통관 등 분야별 전문인력 확보 용이성
항만 인프라 요인	취항 선사수 /빈도	항만에 취항하는 선사 수 및 선박 빈 도(기항 선박 수)
	카페리 관련 인프라 확보	특송 네트워크 구축 운영 가능한 카페 리 전용 터미널 등 인프라 확보 여부
	특송 네트 워크 구축	역직구 등 전자상거래 물품 특송을 위한 해상배송체계 구축 여부
	항만 물동량	FTA를 통한 글로벌 기업 유치 등 사업 전개를 위한 충분한 물동량 확보 여부
환경적 (제도 및 지원) 요인	수출입 물류 편이성	FTA 협정에 의한 수출입 통관 및 검 역, 식품안전성 검사 등 가공식품 관 련 비관세 조치 등에 대한 제도적 지 원체계
	FTZ&FEZ 지정	외자유치 및 자유로운 물류활동을 위 한 자유무역지역 등 지정 여부
	금융조달 용이성	각종 시설 및 장비 확보를 위한 금융 조달의 용이성
	조세감면 및 행정적 지원	입주기업에 대한 조세감면과 대중국 홍보 및 마케팅 지원

5. 실증분석

5.1 설문조사 및 기술통계

본 연구에서 활용된 설문지는 총 5장으로 제1장 설문 응답 시 유의사항, 제2장 연구모형 및 평가내용 소개, 제3장 연구범위, 제4장 설문작성 예제 및 중요도 판단기준, 제5장 AHP 평가를 위한 설문으로 구성하였다. 설문 문항은 선행연구 고찰 및 심층 면접 과정을 거쳐 도출, 속성별로 그룹핑된 4개 활성화 요인 및 16개 활성화 핵심요인에 대해 상대적 중요도 평가가 가능하도록 총 5개의 문항으로 구성하였다.

설문조사 대상자는 인천항 항만배후단지 및 식품분야와 관련이 있는 이들 분야에 대한 전문적인 지식과 이해관계가 있으며 전략적 의사결정 및 평가가 가능한 자로서 대학, 연구소, 관세사, 공공기관, 관련 제조업, 포워더, 화물/창고 등 해당분야에서 5년 이상의 실무경험이 있는 전문가 150명을 대상으로 설문지를 배부하여 102부를 회수하였으며 결측치가 있는 설문지 10부를 제외한 92부의 설문지를 대상으로 분석을 수행하였다.

Table 7. Characteristics of AHP Questionnaire Respondents

구분		빈도	백분율(%)
소속	학계 및 연구기관	8	7.8
	관세사	7	6.9
	공공기관	27	26.5
	제조업체	8	7.8
	포워더	11	10.8
	화물/창고	26	25.5
	기타	15	14.7
합계		102	100
근무 연수	5~10년	38	37.3
	10~15년	19	18.6
	15~20년	22	21.6
	20년 이상	23	22.5
	합계	102	100

5.2 Fuzzy-AHP 분석법

Fuzzy-AHP는 쌍대비교 과정에서 의사결정자의 판단에 내재된 모호성과 불확실성을 다루고자 의사결정문제에서 다루기 어려우면서도 반드시 고려하지 않으면 안 될 정성적 평가기준에 퍼지이론을 결합·적용한 의사결정기법으로 Laarhoven & Pedrycz(1983)이 Fuzzy-AHP를 제안한 이후 물류 및 SCM 분야에 연구방법으로 활용되고 있다(Ahn et al., 2010; Park, 2012; Kim & Choi, 2012).

본 연구에서는 Chang(1996)의 Fuzzy-AHP 확장분석법을 활용하여 계층별 가중치를 도출하여 요인별 중요도를 측정하고, 각 계층 및 영역의 퍼지가중치를 종합한 후 최종 우선순위를 도출하였다. 삼각퍼지수 M에 대한 소속함수, 삼각퍼지함수 그래프 및 삼각퍼지수 변환 척도는 다음과 같다.

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)}{(m-l)}, & x \in [l, m] \\ \frac{(x-u)}{(m-u)}, & x \in [m, u] \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

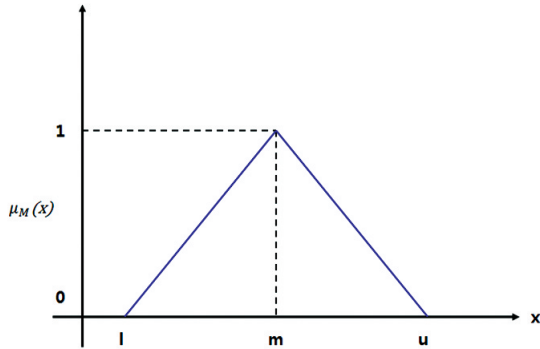


Fig. 3. Triangular Fuzzy Number

Table 8. Triangular Fuzzy Number

언어 값 (Linguistic values)		퍼지넘버 (Fuzzy numbers)	역 퍼지넘버 (Fuzzy numbers reciprocal scale)
동등	1	1, 1, 1	1, 1, 1
약간중요	3	2/3, 1, 3/2	2/3, 1, 3/2
중요	5	3/2, 2, 5/2	2/5, 1/2, 2/3
매우중요	7	5/2, 3, 7/2	2/7, 1/3, 2/5
절대중요	9	7/2, 4, 9/2	2/9, 1/4, 2/7

5.3 분석결과

본 연구에서는 계층별 쌍대비교 결과를 각각 AHP 기법으로 분석하여 요인별 중요도를 산출하였으며, Criteria level(제1계층)의 활성화 요인 및 Subcriteria level(제2계층)의 활성화 핵심요인별 일관성 검증 결과 일관성 비율(C.R.)은 모두 0.1 이하로 나타나 일관성에 문제가 없는 것으로 나타났다.

활성화 요인 및 핵심요인에 대한 상대적 가중치를 계산하기 위해 이원 비교한 설문자료 중에서, 앞서 일관성 검증을 통하여 추출된 자료를 삼각퍼지수로 변환하기 위하여 먼저 초기 기하평균 값을 구한 후 개별 응답자들의 평가의견을 Chang(1996)의 퍼지확장값(식 (2)~식 (5))을 이용하여 퍼지가중치를 계산한 결과는 <표 9>과 <표 10>과 같다.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{ij} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1}, \quad (2)$$

$$\text{단, } \sum_{j=1}^m M_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^m m_{ij}, \sum_{j=1}^m u_{ij} \right), \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^m m_{ij}, \sum_{j=1}^m u_{ij} \right), \quad (4)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_{ij}} \right), \quad (5)$$

활성화 요인 및 활성화 핵심요인에 대한 퍼지가중치를 종합화한 결과는 <표 11>와 같다.

Table 9. Fuzzy Weighted Value for Activation Factors

활성화 요인	$\sum_{j=1}^m M_{ij} \Rightarrow \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right] \Rightarrow \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1}$
	Fuzzy weight
식품안전성	(0.214, 0.329, 0.453)
배후단지 인프라	(0.149, 0.215, 0.319)
항만 인프라	(0.144, 0.208, 0.309)
환경적(제도 및 지원) 요인	(0.177, 0.258, 0.380)

Table 10. Fuzzy Weighted Value for Activation Key Factors

활성화 요인	$\sum_{j=1}^m M_{ij} \Rightarrow \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right] \Rightarrow \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1}$
	Fuzzy weight
콜드체인 구축	(0.312, 0.391, 0.418)
브랜드/문화 역량	(0.207, 0.267, 0.207)
기술역량	(0.254, 0.343, 0.485)
배후물류 네트워크	(0.140, 0.217, 0.332)
임대료	(0.147, 0.216, 0.330)
원자재 가용성	(0.132, 0.201, 0.302)
부지 확장성	(0.118, 0.183, 0.284)
전문인력 확보	(0.118, 0.183, 0.280)
취향 선사 수/빈도	(0.176, 0.245, 0.400)
카페리 관련 인프라 확보	(0.158, 0.212, 0.338)
특송 네트워크 구축	(0.166, 0.267, 0.375)
항만 물동량	(0.174, 0.276, 0.371)
수출입 물류 편의성	(0.189, 0.291, 0.444)
FTZ&FEZ 지정	(0.163, 0.253, 0.391)
금융조달 용이성	(0.140, 0.213, 0.329)
조세감면/행정지원	(0.156, 0.243, 0.378)

Table 11. Global Fuzzy Weighted Value

활성화 요인	활성화 핵심요인	Fuzzy weight	퍼지가중치 종합
식품안전성 (0.214, 0.329, 0.453)	콜드체인 구축	(0.312, 0.391, 0.418)	(0.067, 0.125, 0.189)
	브랜드/문화 역량	(0.207, 0.267, 0.207)	(0.044, 0.085, 0.094)
	기술역량	(0.254, 0.343, 0.485)	(0.055, 0.109, 0.220)
배후단지 인프라 (0.149, 0.215, 0.319)	배후물류 네트워크	(0.140, 0.217, 0.332)	(0.021, 0.047, 0.106)
	임대료	(0.147, 0.216, 0.330)	(0.022, 0.046, 0.105)
	원자재 가용성	(0.132, 0.201, 0.302)	(0.020, 0.043, 0.096)
	부지 확장성	(0.118, 0.183, 0.284)	(0.018, 0.039, 0.091)
	전문인력 확보	(0.118, 0.183, 0.280)	(0.018, 0.039, 0.089)
항만 인프라 (0.144, 0.208, 0.309)	취항 선사 수/빈도	(0.176, 0.245, 0.400)	(0.025, 0.051, 0.124)
	카페리 관련 인프라 확보	(0.158, 0.212, 0.338)	(0.023, 0.044, 0.104)
	특송 네트워크 구축	(0.166, 0.267, 0.375)	(0.024, 0.056, 0.116)
	항만 물동량	(0.174, 0.276, 0.371)	(0.025, 0.057, 0.115)
환경적(제도 및 지원) 요인 (0.177, 0.258, 0.380)	수출입 물류 편의성	(0.189, 0.291, 0.444)	(0.033, 0.075, 0.169)
	FTZ&FEZ 지정	(0.163, 0.253, 0.391)	(0.029, 0.065, 0.149)
	금융조달 용이성	(0.140, 0.213, 0.329)	(0.025, 0.055, 0.125)
	조세감면/행정 지원	(0.156, 0.243, 0.378)	(0.028, 0.063, 0.144)

퍼지집합의 무게중심을 찾는 비퍼지화 방법을 적용, 무게중심 값 계산절차에 의해 활성화 요인 관점 및 활성화 요인 평가변수 각각의 최종 우선순위를 산출하면 <표 12>과 같다.

제1계층 활성화 요인 중 ‘식품안전성 요인(0.326)’이 상대적으로 가장 우선순위가 높게 나타난 것은 가공식품을 포함한 식품이 지니고 있는 특성인 신선도 및 품질 유지 등 식품 위생과 안전성 확보 요인 등에 대한 고려가 있었음을 알 수 있다. 특히 ‘식품안전성 요인’ 측면 중에서 ‘콜드체인 구축(0.126)’이 가장 높게 나타났는데, 이는 식품안전성을 확보하기 위해서는 제품의

Table 12. Global Weights for Activation and Activation Key Factors

활성화 요인	순위	활성화 핵심요인	무게 중심값	순위
식품안전성 (0.326)	1	콜드체인 구축	0.126	1
		브랜드/문화 역량	0.079	4
		기술역량	0.124	2
배후단지 인프라 (0.225)	3	배후물류 네트워크	0.056	12
		임대료	0.056	11
		원자재 가용성	0.051	14
		부지 확장성	0.047	15
		전문인력 확보	0.047	16
항만 인프라 (0.218)	4	취항 선사 수/빈도	0.064	9
		카페리 관련 인프라 확보	0.055	13
		특송 네트워크 구축	0.063	10
		항만 물동량	0.064	8
환경적 (제도 및 지원) 요인 (0.269)	2	수출입 물류 편의성	0.089	3
		FTZ&FEZ 지정	0.078	5
		금융조달 용이성	0.066	7
		조세감면/행정적 지원	0.075	6

신선도 및 품질의 균일한 유지가 가능하도록 전처리 및 저온유통 보관이 가능한 인프라를 항만배후단지 내 구축하는데 주력해야 함을 의미한다.

‘브랜드/문화역량(0.079)’과 ‘기술역량(0.124)’은 여타 공산품과 달리 소비자가 제품 선택 시 해당제품 브랜드 혹은 국가 이미지(혹은 문화역량)가 중요한 기준으로 적용되기에 중국 소비자를 대상으로 대한민국이라는 국가 혹은 제품의 브랜드 및 이미지 구축에 전력을 다해야 한다는 것을 의미하며, 콜드체인이 상대적으로 열악하고 식품 안전사고가 빈번하게 발생하고 있는 중국 내 여건 등을 감안하여 소비자에게 제품이 최종적으로 도달할 때까지 품질을 유지 등 안전성 확보 가능하면서 유통기한 준수가 가능한 기술역량을 갖춰야 한다는 것을 의미한다.

다음은 ‘환경적(제도 및 지원) 요인(0.269)’으로 하위 4개 핵심요인 중 ‘수출입 물류 편의성(0.089)’이 가장 우선순위가 높게 나타났는데 이는 제품이 생산되어 유통기한 내 최종 소비자에게 도달하기 위해 리드타임을 최대한 단축하기 위한 노력이 필요하며, 중국과의 FTA 체결로 48시간 통관원칙 및 세관집행 일관성 등 비관세장벽이 완화된다는 하였으나 이러한 제도를 적절하게 활용할 수 있는 지원체계가 구성·운영될 필요성이 있다는 것을 의미하며 이를 통해 가공식품 분야 경쟁력을 향상시킬 수 있다고 하겠다.

‘배후단지 인프라 요인(0.225)’내 소속되어 있는 핵심요인 중 ‘임대료(0.056)’가 가장 중요한 것으로 나타났는데 국유재산

법에 따라 공시지가를 적용받고 있는 인천항은 수도권에 위치하고 있어 국내는 물론 국외 경쟁항만과 비교하여 임대료 수준이 상대적으로 높기 때문에 국내 가공식품 산업이 중국 시장에서 로컬기업은 물론 북미·유럽 및 기타 중국과 FTA 체결한 국가들과의 가격 경쟁력에서 효과적으로 대응하기 위해서는 현 임대료 체계에 대한 개선이 필요하다고 하겠다.

‘항만 인프라 요인(0.218)’ 측면에서 대중국 가공식품을 수출함에 있어 다양한 배송채널 확보가 필요한데, 특히 가공식품 특성 상 익일 배송 서비스 제공을 통한 제품 신선도 등 품질유지가 가능한 공·항만을 통한 배송채널의 다양화, 그리고 규모의 경제 실현을 통해 국내의 글로벌 기업 유치를 위한 충분한 항만 물동량 확보 등이 필요하다고 하겠다.

6. 결론

현재까지 인천항은 수출보다는 수입에 특화된 항만으로서의 역할에만 충실했기 때문에 수출입 물동량의 불균형은 더욱 심화되고 있는 실정이며, 특히 평택항 및 군산항 내지는 북중국에 위치한 중국 항만으로부터의 거센 도전에 직면하고 있는 상황이다.

따라서 본 연구에서는 인천항에 대해 지금까지 고착화된 수입 전용항만으로서의 기능에서 탈피하여 수출항으로서의 역할도 수행하기 위한 방안으로 현재 개발 중인 인천항 항만배후단지를 활용하여 대중국 가공식품 산업 활성화 및 물류 중심기지로서의 방안을 모색하는데 목적이 있다.

본 연구 결과에서 주목해야 할 점은 일반적인 물류 중심 항만 배후단지 활성화 혹은 경쟁력 향상 연구와는 달리 ‘식품안전성’ 및 ‘환경적(제도 및 지원) 요인’이 여타 ‘배후단지 및 항만 인프라’ 보다 우선순위가 높게 나타났다는 점에 있다. 세부적으로 봤을 때도 ‘콜드체인 구축’, ‘기술역량’, ‘수출입 물류 편의성’, ‘브랜드/문화역량’, ‘FTZ&FEZ 지정’ 등이 ‘임대료’, ‘항만 물동량’, ‘취항 선사 수/빈도’, ‘배후물류 네트워크’ 등의 요인보다 더욱 중요한 것으로 평가된 건 가공식품이 가지고 있는 고유 특성과 더불어 양자 간 자유무역협정 및 국내외 전자 상거래(온라인 직구매) 급성장, 소득수준 향상에 따른 국내외 소비자들의 먹거리에 대한 인식변화 등 요인에 의한 영향이 지대하다고 하겠다.

따라서, 인천항 항만배후단지가 우리나라 가공식품 분야 유통 가공 및 물류중심 허브로서 역할을 수행하여 지금까지 수도권 관문항이라는 타이틀과 함께 수도권 소비자들이 소비하는 각종 소비재 수입 항만의 역할을 주로 했다고 하면, 가공식품이라는

분야에 대해 특화된 항만으로서 대중국 소비재, 특히 가공식품 수출 전진기지로서 역할을 수행하는데 최적의 조건을 갖추고 있다고 하겠다.

본 연구의 결과를 토대로 정부, 인천항만공사 및 가공식품업계에 전략적인 측면의 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 정부는 식품산업진흥법에 따라 국가식품클러스터 지원·육성을 목적으로 전라북도 익산에 조성한 국가식품클러스터와 유사하게 인천항 항만배후단지에도 역량 있는 국내의 식품업체가 유치되어 자유로운 투자가 가능하도록 정책적인 지원방안에 대한 검토가 필요하다. 15억 소비자를 보유하고 있는 아시아-태평양 지역은 세계 식품시장에서 영향력을 점차적으로 확대해 나가고 있으며, 그 중 중국식품시장 성장세는 괄목할만하다. 급성장 중인 중국 식품시장을 효과적으로 공략하기 위해 최고의 공항·항만 인프라를 갖추고 있으며 항만배후에 대규모 소비시장을 갖추고 있는 인천항은 대중국 가공식품 수출 전진기지로서 최적지라고 하겠다.

둘째, 인천항 운영·관리주체인 인천항만공사 입장에서 새로운 발전모델이자 성장 동력으로서 가공식품 산업을 적극적으로 유치하는 방안에 대한 검토가 필요하다. 네덜란드의 로테르담 항이나 독일 함부르크 항, 미국 LA 롱비치항 등은 기존 물류수송 및 환적화물 유치에 치중하는 대신 대규모 저온창고 등 부가가치 창출이 가능한 고품질 시장 위주 설비구축으로 식품에 특화된 중계무역항 기능을 발휘하고 있다. 인천항 또한 지금까지의 단순 외형적인 성장 위주의 경쟁에서 탈피하여 대중국 수출을 지향하는 국내의 가공식품 기업 유치에 적극 나섬으로써 가공식품 분야에서 특성화된 항만으로 탈바꿈할 필요가 있다.

셋째, 대중국 가공식품 시장 진출을 목표로 하고 있는 가공식품업체는 인천항 항만배후단지를 전략적으로 활용하는 방안에 대한 검토가 필요하다. 제2차 항만배후단지개발 종합계획에 따르면 2020년까지 5,429천㎡의 대단위 항만배후단지가 신규 공급될 예정이기에 가공식품 산업 특성인 콜드체인 인프라 구축을 위한 충분한 부지 공급능력을 갖추고 있으며, 현재 개발 중인 신규 국제여객부두는 크루즈 및 카페리 전용부두 8개 선석을 공급할 예정으로 중국 내 신 1선급 도시인 칭다오, 텐진 및 다롄을 포함한 10개 도시를 대상으로 현재보다 높은 수준의 서비스 제공이 가능할 것이다. 이는 우리나라 전체 기업의 평균 수출물류비 비중(7.3%)과 비교하여 수출물류비 비중(10.0%)이 높은 식품산업 경쟁력을 향상에 기여할 것으로 예상되며, 특히 인천항은 평택항 및 군산항 등 국내 항만과 비교하여 총 16개 항로 중 과반수 이상인 10개 항로를 보유하고 있어 폭넓은 서비스 제공이 가능함은 물론 근거리에 위치하여 익일 서비스 제공 및 항공배송 대비 30% 이상 물류비 절감이 가능하다는 점에서 강점을 가지

고 있다. 이와 같은 인천항의 장점을 기반으로 우리나라 가공식품 분야의 대중국 경쟁력을 제고할 수 있다.

REFERENCES

- [1] Ahn, S. H., Lee, Y. H. and Hwang, M. K.(2010), Development of Framework for Measuring Performance of Service SCM Using Fuzzy-AHP, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 10(2), pp.1~10.
- [2] An, K. M., Shin, Y. R. and Shon, B. R.(2012), A Study on the diagnosis of Current Operation and High Value-added Strategies of Busan New Port Hinterland, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 20(4), pp.55~69.
- [3] Bae, G. C.(2002), *Research for Inducible Plan of HACCP system strengthening the food safety*, Dissertation of Master's Degree, Kyonggi University.
- [4] Chang, D. Y.(1996), Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, Vol. 95(3), pp.649~655.
- [5] Cho, S. J. and Park, H. H.(2011), A Study on Improving the Competitiveness of Agri-food Export Sector in Korea : with Porter's Diamond Model, *International Commerce and Information Review*, Vol. 13(3), pp.249~274.
- [6] Cho, S. J.(2012), Issues and Directions of the Supply Chain Management in Agri-food Exportation, *Journal of Korea Trade*, Vol. 37(3), pp.111~127.
- [7] Choe, S. H.(2010), Study on the Factors of Decisions on whether to Move into Port Hinterland : with Focus on the Gwangyang Port Hinterland, *Korea Logistics Review*, Vol. 20(3), pp.65~84.
- [8] Choi, J. H.(2013), *A Study of Supply Chain Risk Management Strategies for Improving Safety of Fresh Food Products*, Dissertation of Master's Degree, Sungkyunkwan University.
- [9] Chong, Y. K.(2005), *A Study on Purchase Patterns and Recognition of Processed Foods of School Meal Service Dietitians*, Dissertation of Master's Degree, Chonbuk National University.
- [10] Chou, C. C.(2010), AHP Model for The Container Port Choice in The Multiple-ports Region, *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 18, pp.221-232.
- [11] Han, G. S.(2011), A Study on Improvement Strategies Relating to Fostering for Logistics Hub and Extending Agro-Rood Exports in the North-East Asia, *Korea Logistics Review*, Vol. 21(1), pp.75~105.
- [12] Jeung, H. J. and Choi, H. B.(2011), A Study of the Activation Plan for the Hinterland of Busan New Port, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 27(3), pp.289~309.
- [13] Kim, C. H.(2003), Mechandising Strategy for Food Processing Enterprise Adopting to Structural Characteristics of Processed Food Market, *Korean Journal of Food Marketing Economics*, Vol. 20(2), pp.1~21.
- [14] Kim, D. A.(2011), *An Analysis on the Determinants of Port Competitiveness in Incheon New Port*, Dissertation of Master's Degree, Incheon National University.
- [15] Kim, G. S., Chung, T. W. and Kim, U. S.(2005), A Study on the Gwangyang Port Porthinterland's Activation Methods : With Emphasis on the Domestic Port Physical Distribution Enterprises Part, *Journal of Distribution and Management Research*, Vol. 8(2), pp.5~23.
- [16] Kim, S. G. and Choi, Y. S.(2012), Analysis on the Priority of the Activation Plan for the Hinterland of Gwangyang Port using Fuzzy-AHP, *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol. 25(3), pp.2309~2324.
- [17] Kim, S. G. and Choi, Y. S.(2013), A Study on the Measuring Performance of Port Hinterlands in SCM's Perspective, *Journal of Shipping & Logistics*, Vol. 29(3), pp.553~574.
- [18] Kim, S. G., Choi, Y. S., and Lee, K. B.(2013), A Study on the Business Model of Agri-Food Export Logistics Center, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 29(4), pp.55~71.
- [19] Kim, Y. C.(2012), *Qualitative Research Methodology I : Bricoleur*, 2end ed., p.700, Academyppress.
- [20] Kim, Y. S. and Kim, S. Y.(2011), A Study on Assessment for Competitiveness of Port Hinterland, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 27(4), pp.73~90.
- [21] Korea Institute for Industiral Economics & Trade(2013),

- An Analysis of Chinese Food Market and Opportunities for the Food Processing Industry in Korea, *Research Reports*, 2013-685, pp.1~269.
- [22] Korea International Trade Association(2014), Chinese Agro- food Market, Attack with an Korea&China FTA, *Trade Focus*, Vol. 13(43), pp.1~38.
- [23] Lee, S. W., Yi, H. W. and Song, J. M.(2013), A Study on Improving Competitiveness of Port Logistics Parks in South Korea, *Journal of Shipping & Logistics*, Vol. 29, pp.803~825.
- [24] Lirn, T. C., Thanopoulou, Helen A. and Beresford, Anthony K. C.(2010), Transshipment Port Selection and Decision-making Behaviour: Analysing the Taiwanese Case, *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management*, Vol. 6, pp.229~224.
- [25] National Research Council for Economics, Humanities and Social Sciences(2014), A Research for Discovering the Star Agri-Fishery Exports to the Chinese Market in an Era of the Korea-China FTA, *Cooperative Research Series*, 2014-54, pp.1~238.
- [26] Park, H. G.(2012), The Priority Analysis of Reserve Berth in Gwangyang Port Using Fuzzy-AHP, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 28(2), pp.29~41.
- [27] Park, J. E. and Song, C. H.(2010), A Study on the Need of Korea National Food Processing Center for Success of Korea National Food Cluster, *Korea Logistics Review*, Vol. 20(5), pp.329~350.
- [28] Qing, C. L.(2014), *A Study on the Efficiency and Determinants of Port Hinterland Competitiveness in Korea and China : Focusing on Gwangyang Port and Qingdao Port*, Dissertation of Doctoral Degree, Chonnam National University.
- [29] Ryu, I. C. and Choi, Y. S.(2011), A Location Selection of Logistics Center for Environment-Friendly Agricultural Products in the Gwangyang Bay Area, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 27(2), pp.1~26.
- [30] Ryu, I. C., Choi, Y. S. and Lee, K. B.(2012), A Study on the Methods to Improve the Distribution System of Environment-Friendly Agricultural Products : Focusing on Fuzzy AHP, *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol. 25(2), pp.181~1826.
- [31] Saaty, T. L.(1980), *The Analytic Hierarchy Process*, (New York), McGraw-Hill International.
- [32] Wang, W.(2012), *A Comparative Study on Recognition and Purchasing Behavior on HACCP Certification Food between South Korean and Chinese Consumers*, Dissertation of Master's Degree, Konkuk University.



배 승 권

금오공과대학교 기전공학과 학사
 인하대학교 물류경영학과 석사
 서경대학교 경영학과 박사
 현재 : 인천항만공사 미래사업단
 관심분야 : SCM, 콜드체인, 국제무역



박 원 근

국민대학교 정보관리학과 학사
 국민대학교 정보관리학과 석사
 서경대학교 경영학과 박사
 현재 : 인천항만공사 운영본부
 관심분야 : SCM, e-commerce



안 웅

Frankfurt대학교 경영학과 학사
 Frankfurt대학교 경영학과 석사
 Frankfurt대학교 경영학과 박사
 현재 : 서경대학교 경영학부 교수
 관심분야 : Logistics, SCM

내부 그린공급사슬관리가 외부 그린공급사슬관리 및 환경성가에 미치는 영향에 관한 연구*

이승기 · 김병근[†]

한국기술교육대학교 대학원 기술경영학과

The effects of the internal Green Supply Chain Management on the external Green Supply Chain Management and environmental performance

Seung-Gi Lee · Byung-Keun Kim[†]

School of Industrial Management, Korea University of Technology and Education

This research aims to examine the relationship among the internal green supply chain management (environmental management capability and green product design), the external green supply chain management (green purchase and cooperative relationship) and environmental performance. Data was collected from a questionnaire survey of 247 firms that participated in the Green Partnership Program of the Korea Institute of Industrial Technology. Based on a valid 155 responses, we test hypotheses using Structural Equation Model (SEM) method.

Empirical results show that internal green supply chain management (environmental management capability and green product design) appear to facilitate the external green supply chain management (green purchase and cooperative relationship) at a significant level as expected. The external green supply chain management (green purchase and cooperative relationship) appear to mediate the relationship between internal GSCM practices and the environmental performance.

Keywords: green supply chain management, external GSCM, internal GSCM, cooperative relationship, green purchase, green product design, environmental performance, structural equation model

*이 논문은 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2014S1A5B8061859)과 미래부의 재원으로 과학비즈니스융합(PSM) 사업의 지원으로 수행되었습니다.

[†] **Corresponding author:** School of Industrial Management, Korea University of Technology and Education, 1600, Chungjeol-ro, Gajeon-ri, Byeongcheon-myeon, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, 31253, Korea.
Tel: +82-41-560-1432, E-mail: b.kim@koreatech.ac.kr

Received : 14 March 2017, **Revised :** 11 May 2017, **Accepted :** 19 May 2017

1. 서론

최근 기후변화 등 환경에 대한 국제사회의 관심이 높아지고 기업의 환경경영의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있다. 환경규제가 다자간 규제에서 개별 국가의 기술 장벽화(비관세 무역장벽)규제로 전환되고 있으며, 선진국뿐만 아니라 개도국까지 확대되어 개별국가 차원에서의 비관세 무역장벽이 증가될 전망이다. 환경규제 강화로 개도국에 대한 비관세 무역장벽이 높아지고 있는데, 기술장벽(Technical Barriers to Trade) 문건이 2004년 51.6%에서 2011년 81.2%로 증가하였다(지식경제부(2012), 국제환경규제 선제 대응 전략로드맵).

환경제품에 대한 소비자의 인식이 높아짐에 따라 환경을 고려하지 않은 제품은 시장에서 경쟁력 유지가 어렵게 될 전망이다. 환경문제는 시장의 변화 뿐 만 아니라 금융권의 위험관리 요구와 정보공개 요구 등 다양한 경로를 통해서 기업환경에 영향을 미치고 있다(한지영과 손병규, 2012).

정부의 새로운 규제, 소지자의 태도 변화, 제한된 원재료 및 자원, 등에 효과적으로 대응하기 위해 실무적으로 등장한 개념이 그린공급사슬관리(Green Supply Chain Management: 이하 GSCM으로 명칭을 통일한다)이다(Pourhejazy and Kwon, 2016). 이는 환경경영을 통해 공급사슬 내에서 환경규제 등에 적극적으로 대응하고 경쟁력 강화와 시장기회의 선점을 동시에 달성하고자 하는 기업들의 노력이다. 제품에 대한 환경 영향이 크기 때문에 환경규제에 대응하기 위한 공급사슬 기업 간 협력과 내부적으로 환경관리 역량이 매우 중요해질 것이다(이수열과 이경호, 2013).

본 연구는 내부GSCM 활동들과 외부 GSCM 활동과의 관계와 GSCM활동들이 환경성과에 어떻게 영향을 미치는지 영향을 분석한다. GSCM이 수요기업 입장에서 협력기업과의 관계를 통해서 수행되는 특성을 갖고 있어서 내부 GSCM 활동과 외부 GSCM 활동들 간의 조정과 통합이 중요하다. 이에 따라 기업 내부의 GSCM 활동과 외부 GSCM활동의 관계를 규명할 필요가 있다. 또한, GSCM에 관한 연구들은 주로 모기업 중심으로 1차 협력사를 연구한 결과를 제시하고 있는데 환경경영에 중요한 역할을 담당하고 있는 1차 협력사를 대상으로 내부 GSCM이 외부 GSCM에 미치는 영향을 측정할 필요가 있다.

제 2 장은 GSCM에 관한 선행연구를 고찰하고 연구모형과 가설을 제시한다. 제 3 장은 연구방법과 실증분석의 통계적 타당성을 제시한다. 제 4 장은 가설검증과 토의를 다루며 제5장은 분석 결과를 요약하고 연구의 시사점과 한계점을 제시한다.

2. 이론적 배경과 연구모형

2.1. 그린공급사슬관리

그린공급사슬관리(GSCM)는 공급사슬관리에 환경적 요소가 결합된 기업의 전략적 기법이라 생각할 수 있다. 기존의 SCM은 효율적인 공급사슬 구축을 통해 비용절감, 품질의 제고 및 유연성과 신속성을 확보하는데 초점을 두고 있지만 최근 환경적 문제에 대해 적극적으로 대응하고자 환경을 고려한 GSCM의 중요성이 점점 중요시되고 있다.

그린공급사슬관리에 관한 초기 연구자들(Green et al., 1998)은 공급사슬에서 친환경적 요인을 고려한 구매의 혁신적 활동으로 환경전략경영의 일환으로 보았으며, 최근의 연구자들(Hervani et al., 2005, Eltayeb et al., 2011; Green et. al., 2012; 이영찬과 오형진, 2013)은 공급사슬에서 환경적 사고를 통합시킨 넓은 의미로 보고 구매 뿐 만 아니라 제품이나 생산 공정을 중심으로 한 설계, 제품 사용 후 발생하는 폐기물의 효율적 회수와 재활용 등을 포함한 환경경영의 일환으로 보고 있다.

이와 같이 GSCM은 기본적으로 구매부터 제조, 소비, 회수에 이르는 모든 단계를 포함하기 때문에 그린구매, 그린설계, 그린마케팅, 생산자책임회수 등 다양한 실행 방안이 포함될 수 있다.

2.2. 내부 그린공급사슬관리

2.2.1. 내부 환경관리

환경문제에 적극적으로 대응하는 기업은 환경성과와 경쟁력이 높아진다. (Porter and van der Linde, 1995; Russo and Founts, 1997; Sharma and Vredenburg, 1998). 최고경영자의 이념과 가치에 기초하여 기업의 친환경적인 문화가 조성되고 기업전체의 대응 능력이 구현에 영향을 미친다(Shama, 1995; Menon and Menon, 1997; Banerjee, 2003).

최근 많은 기업들은 효과적인 환경성과를 달성하기 위해 환경관리시스템(environmental management system: EMS)을 도입하고 있다. EMS는 기업의 활동, 제품 생산 및 공정 운영 과정에서 발생할 수 있는 환경 요소들을 관리하고 환경영향을 최소화하기 위한 경영 시스템이다(Roberts and Robinson, 1998).

Zhu et al., (2008)은 조직학습과 환경관리 역량이 GSCM에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 실증연구를 통해 밝히고 있다. 환경방침의 수립, 조직 내 부서 간 소통과 통합, 목표설정, 환경감사 등이 있다(이병욱과 안윤기, 2015).

2.2.2. 그린설계

그린설계는 제품의 전 과정을 가장 효과적으로 통제할 수 있도록 제품설계 단계에서 에너지 절감, 유해물질 함유량, 오염예방, 재활용 등 환경성을 고려한 활동이다. 제품 가격이나 기능, 안전, 디자인 등 기본적인 수준은 유지하면서도 설계 단계에서 제품의 전 과정에 걸친 환경 부하를 최소화하는 것이다(이병욱과 안윤기, 2015).

그린설계는 1970년대부터 재생산이나 재활용을 위한 설계 과정이 도입되었으나 확산되지 못하다가 1990년대 이후 환경규제가 제품 중심으로 확대되고 소비자의 환경제품에 대한 선호가 높아짐에 따라 그린설계의 중요성이 점점 높아지고 있다. 기업들은 제품에 대한 유해물질 함유량 뿐 만 아니라 제품 폐기 시에도 환경 규제를 적용 받게 되면서 이를 최소화하기 위한 그린설계기술이 도입되고 있다.

그린설계의 효과로 첫째, 국내·외 환경규제에 능동적으로 대처가 가능하다. 그린설계는 각국의 환경규제를 고려함으로써 향후 발생할지도 모르는 환경사고를 미연에 방지하고 능동적으로 대처할 수 있게 된다. 둘째, 제품의 경쟁력 제고에 기여한다. 그린설계 기법을 통해 환경규제로 창출된 시장을 선점하는 기회를 확보할 수 있을 뿐만 아니라 기업이미지 개선에 도움이 된다. 또한 그린설계는 잠재적인 환경사고의 위험을 줄일 수 있고 생산 공정에서 비효율성을 제거할 수 있다. 셋째, 제품의 환경적 성과를 개선함으로써 에너지 및 사용 물질의 사용량을 줄이고 폐기물 발생을 억제하여 환경개선 효과가 있다(Dechant and Altman 1994; Porter and van der Linde 1995; Klassen and Johnson, 2004; 이병욱과 안윤기, 2015).

2.3. 외부 그린공급사슬관리 활동

2.3.1. 공급사슬 협력

공급사슬은 일반적으로 시장 또는 계층의 중간에 위치한 개념으로 원재료를 제품으로 전환하고 판매까지의 공급사슬 참여업체들의 네트워크를 말한다(Handfield and Nichols, 2002).

최근 공급사슬관리에 관한 연구를 살펴보면 많은 연구자들이 사회적 자본이론(Social Capital Theory)을 활용하여 기업이 협력적 관계를 구축하고 조직의 성과에 긍정적인 결과를 가져올 수 있다는 연구결과들을 제시하고 있다(Carey et al., 2011; 박승욱 외, 2013; 이수열과 이경호, 2013; 김인희 외, 2015; 안나현과 박상선, 2016; 이승기·김병근, 2016).

공급사슬 기업 간의 비전과 목표의 공유, 신뢰, 몰입은 기업성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 사회적 자본, GSCM, 공급사의 성과에 관계에 관한 연구들을 살펴보면 관계

적 자본이 GSCM 실행에 영향을 미치고 GSCM이 공급사 성과에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하고 있다(이수열과 이경호, 2013). 협력기업과의 위험과 이익의 공유, 신뢰와 몰입, 정보공유 그리고 인적자원 교류 등은 공급사슬 협력을 촉진하고 환경관리 활동에 중요한 영향을 미치게 된다.

2.3.2. 그린구매

그린구매는 환경 영향을 최소화하기 위한 구매기업의 구매정책으로 이를 실행하기 위해 공급사에 대한 환경 모니터링과 환경 지원을 동시에 함으로써 공급사의 환경역량을 증대시켜 구매기업의 환경성과를 향상시키고자 하는 활동이다.

공급사에 대한 관리 방안은 공급사에 대한 거래기반 접근과 지원기반 접근에 따라 다르다. 전자는 공급 기업이 납품하는 부품에 대한 환경 모니터링과 감사를 통해 공급 기업이 환경역량을 향상시키도록 하는 반면 후자는 중소 공급사와 공동으로 환경 개선 계획을 수립하고 시행한다 (Klassen and Vachon, 2006, Lee and Choeng, 2012).

거래기반 접근에 따른 그린구매는 공급기업 평가와 구매물품에 대한 유해물질 평가 등이 있다. 지원기반접근은 공급 기업에 대한 환경교육과 환경규제 정보를 제공하고 전문가를 파견하여 공급기업의 환경문제를 해결하고 환경성과를 향상시키기 위한 활동을 지원한다.

2.4. 연구모형과 가설

본 연구에서는 내부 GSCM활동인 환경관리역량과 그린설계와 외부 GSCM 활동인 공급사슬 협력과 그린구매가 관계를 규명한다. 많은 연구자들이 내부 GSCM활동들이 외부 GSCM 활동들에 선행 요인으로 제시한다 (Zhu et al., 2010; Shi et al., 2012; Green et al., 2012; Yang et al., 2013; Zhu et al., 2013; Laarj et al. 2016). 일본과 같은 주요 선진국의 제조기업은 내부 GSCM 실행을 먼저 시작하고 내부 GSCM활동이 외부 GSCM활동의 확대 수용을 촉진하였다 (Zhu et al., 2010). Yang et al.(2013)은 내부 그린공급사슬 활동이 외부 그린공급사슬 활동에 긍정적인 영향을 준다고 주장하였다. Zhu et al. (2013)도 그린디자인과 내부환경관리 등의 내부 GSCM 활동이 그린구매, 고객사와의 협력 등의 외부 GSCM 활동에 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과를 제시하였다. Laarj et al. (2016)는 내부 GSCM 활동이 고객과의 환경협력, 공급기업과의 환경협력에 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였다.

선행 연구 결과들을 반영하여 내부 GSCM활동이 외부 GSCM활동에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 가설을 제시한다.

[가설] 내부 GSCM활동이 외부 GSCM활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 1: 환경관리역량이 공급사슬협력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 2: 환경관리역량이 그린구매에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 3: 그린설계가 공급사슬에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 4: 그린설계가 그린구매에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

선행연구들은 GSCM 실행과 환경성 성과를 가장 중요하게 다루어 왔다. 기업의 환경성 성과는 GSCM 실행으로 대기오염 배출 감소 및 유해물질의 감소와 같은 성과를 말한다. Eltayeb et al.(2011)은 GSCM 활동이 환경성 성과에 긍정적인 영향을 준다고 제시하였다. Chien and Shin(2007)은 GSCM 실행수준은 환경 규제와 이해관계자들에서 영향을 받으며 환경성 성과와 재무성 성과에 영향을 미치고 있음을 밝혔다. 이정희(2008)는 친환경설계와 생산자책임회수가 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미치는 연구 결과를 제시하였다. 박찬권과 김채복(2010)은 그린설계 및 회수 공급사슬이 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였다. Green et al.(2012)은 그린구매, 고객과의 협력, 그린설계 및 생산자책임회수가 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 주장하였다. 이영찬과 오형진(2012)은 녹색구매, 친환경설계가 환경성 성과에 영향을 미치고 환경성 성과는 재무성 성과에 영향을 미치는 연구 결과를 제시하였다.

최종민 (2016)은 그린설계가 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. Lee(2015)는 공급사 관점에서 공급사슬의 사회적 자본이 GSCM과 공급사 환경성 성과와 운영성 성과에 영향을 미친다는 분석 결과를 제시하였다. 장성희와 노미진(2015)도 GSCM 실행이 환경성 성과에 영향을 준다고 밝혔다. 이상의 논증을 바탕으로 본 연구에서는 그린공급사슬관리활동이 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 다음의 가설을 제시한다.

[가설] GSCM은 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설5: 환경관리역량이 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설6: 그린설계는 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설7: 공급사슬협력이 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설8: 그린구매가 환경성 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

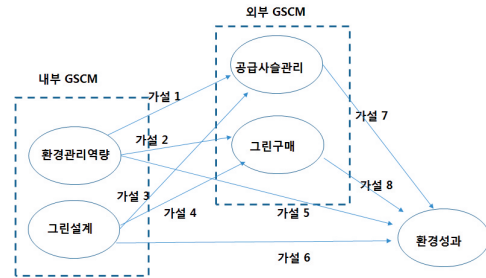


Fig. 1. 연구모형

본 연구의 가설들을 검증하기 위한 연구모형은 <그림 1>과 같다.

3. 연구방법 및 실증분석

3.1. 연구방법

3.1.1. 연구변수와 측정도구

본 연구에서 선행연구를 기반으로 설정한 연구모형과 가설을 검증하기 위해 공급사슬 협력, 환경관리 역량, GSCM 실행의 하위 변수로 그린구매와 그린설계, 성과변수인 환경성과 등 총 6개 변수를 사용하였다. 변수의 측정항목은 선행연구에서 신뢰성 및 타당성을 확보된 문항을 기반으로 하였으며 본 연구에 적합하도록 부분적으로 재구성하였다. 변수의 척도는 인구통계학적 변수를 제외하고 5점 리커트 척도로 측정하였다.

공급사슬 기업 간 협력은 선행연구를 바탕으로 협력기업과의 위험과 이익의 공유, 신뢰와 몰입, 정보공유 그리고 인적자원 교류 정도 등 총 4개의 측정 도구를 이용하였다(Anderson and Narus, 1990; Teece, 1986; Dyer and Singh, 1998; Mentzer et al., 2001; Carey et al., 2011; 이수열과 이경호, 2013; Lee, 2015).

환경관리 역량은 경영자의 환경경영에 관한 관심과 지원, 환경문제에 해결을 위한 부서 통합, 환경관리 역량 강화를 위한 직원 교육 및 환경관리시스템 구축 정도 등 총 4개의 측정 도구를 이용하였다(Shrivastava, 1995; Shama, 1995; Menon and Menon, 1997; Banerjee, 2003; Zhu et al., 2008).

그린구매는 공급사 제품에 대한 환경 모니터링, 친환경 마크 부착 우선 구매, 환경감사, 환경지원 정도 등 총 4개의 측정 도구를 이용하였다(Zhu and Sarkis, 2004; Zhu et al., 2008; 이용근과 우무진, 2012; 이영찬과 오형진, 2012; 장성희와 노미진(2015).

그린설계는 제품 설계 시 글로벌 환경 규제 준수, 재활용 가능

성, 제품설계 시 수요기업의 요구 반영, 소비자의 친환경 제품 만족 정도 등 총 4개의 측정 도구를 이용하였다(Zhu and Sarkis, 2004; Zhu et al., 2008; 이정희, 2008; 박찬권과 김채복, 2012).

환경성과는 대기 오염 배출 감소, 유해 물질 사용량 감소, 회수 제품 재활용률 증가, 반품 감소 정도 등 총 4개를 측정 도구로 활용하였다(Zhu and Sarkis, 2004; Zhu et al., 2008; Zhu et al. 2012; 이정희, 2008; 이원희와 이수열, 2014; 장성희와 노미진, 2015).

3.1.2. 표본의 설계 및 조사 방법

본 연구는 대기업의 1차-2차 협력사에 초점을 두고 대·중소기업 그린파트너십 프로그램에 참여한 1차 협력사를 대상으로 실시한 설문조사를 통해 수집한 이승기와 김병근 (2016)와 동일한 원시자료를 사용하였습니다.

본 연구의 실증분석 절차는 확인적 요인분석을 통하여 단일차원성을 저해하는 측정항목을 제거하여 수용 가능한 적합도를 생성시켰다. 확인적 요인분석 후 측정모델의 적합도 분석과 연구모형에 대한 타당성분석을 진행하였다. 이후 연구모형의 적합도 분석과 연구가설을 검증하기 위한 경로분석 등의 통계적 방법을 적용하였다.

3.2. 실증 분석

3.2.1. 표본의 특성

설문 응답자의 직위별로는 임원 이상(14.2%), 부장급(12.9), 차장급(44.5%), 과장급(28.4%)으로 구성되어 있다. 응답 기업은 업력 10년 미만(25.8%), 10년 이상 30년 미만(52.9%), 30년 이상 50년 미만(18.1%), 50년 이상(3.2%)으로 10년 이상 30년 미만인 기업이 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 산업으로는 화학업종(31.6%), 전기·전자업종(28.4%), 자동차업종(20.6%), 기타업종(19.4%)으로 나타났다.

3.2.2. 확인적 요인분석

구성개념들 간 가설적 관계를 분석하기에 앞서 각 측정변수들의 단일차원성을 검증하였다. 일반적으로 확인적 요인분석 방법이 탐색적 요인분석 방법보다 단일차원성 검증에 보다 더 바람직하기 때문에 각 측정변수들을 확인적 요인분석(confirmatory factor analysis; CFA)을 실시하였다.

측정변수의 적합도 검정을 위해 평균제곱잔차제곱근(RMR), 기초적합지수(GFI), 조정적합지수(AGFI), 비교적합지수(CFI), 표준적합지수(NFI), 증분적합지수(IFI), 근사오차평균제곱적합지수(RMSEA) 값을 사용하였으며 높은 적합도를 생성하기 위해 최초 문항에서 SMC(Squared Multiple Correlation) 값 0.4이하를 하나씩 제거하는 과정을 반복적으로 실시하였다. 분석 결과 각각의 잠재변수에서 1개의 관측변수가 제거된 검증모형이 최종 결정되었다. 확인적 요인분석 결과는 <Table 3>과 같다. CMIN/DF = 1.409, RMR = .031, GFI = .921, AGFI = .879, CFI = .978, NFI = .930, IFI = .979, RMSEA = .052 로 도출되었다.

CMIN/DF는 3.0이하이며 GFI, AGFI, CFI, NFI, IFI는 .9 이상, RMSEA는 0.5~0.8값을 기준으로 적합한 모형으로 설명한다. 이상의 기준으로 본 연구의 모형 적합도는 양호한 수준으로 볼 수 있다.

Table 1. Confirmatory Factor Analysis Model Fit

CMIM /DF	RMR	GFI	AGFI	CFI	NFI	IFI	RMSEA
1.409	.031	.921	.879	.978	.930	.979	.052

3.2.3. 측정도구의 신뢰성 분석

본 연구에서는 개념의 조작적 정의를 바탕으로 하여 여러 항목의 구성 개념을 측정하였으며, <Table 2>의 신뢰도 분석 결과를 살펴보면 크론바하 알파 값이 0.8에 근접하여 측정도구의 신뢰도 문제가 없는 것으로 나타났다.

Table 2. Validity of measurement model

변수명	상관관계					AVE	개념신뢰도 (C.R)
	1	2	3	4	5		
그린구매(GP)	1					.777	.911
공급사슬 협력(SC)	.570**(.033)	1				.801	.923
환경관리 역량(EC)	.578**(.033)	.750**(.056)	1			.803	.891
그린설계(GD)	.478**(.029)	.281**(.078)	.309**(.095)	1		.997	.866
환경성과(EP)	.791**(.063)	.422**(.018)	.589**(.035)	.579***(.034)	1	.819	.932

3.2.4. 측정모델의 타당성 평가

집중타당성의 유의성을 확인하기 위해 표준화 λ 값, 개념신뢰도 (C.R.)값, 평균분산추출(AVE) 값으로 검증하였으며 표준화 λ 값 : 0.5 이상, 개념신뢰도 값: 0.7이상, 평균분산추출(AVE) 값: 0.5 이상이 충족 되어 집중타당성이 확보되었다. 또한 판별타당성의 유의성을 확인하기 위해 평균분산추출(AVE)값 > 상관계수 제곱근을 검증하였으며 검증결과 상관계수의 제곱근이 AVE값을 상회하지 않아 판별타당성이 확보되었음이 검증되었다. 본 연구의 연구모형 I 과 연구모델 II 에서 집중타당성 검증을 위해 Hair et al, (2006)가 제시한 방법을 이용하였으며, 판별타당성을 검증하기 위해 Fornell and Larcker(1981)가 제시한 방법을 이용하였다. <Table 3>은 연구모형의 타당성 평가 결과를 보여준다.

4. 분석 결과

본 연구는 내부 그린공급사슬관리가 외부그린공급사슬관리에 영향을 미치는 지를 분석하였다. 또한 외부그린공급사슬관리가 환경성과에 영향을 미치는 지를 분석하였다.

<Table 4>은 연구모형의 구조방정식 모델의 추정 결과이다. 연구모형의 적합도 검증 결과 CMIN/DF = 1.662, GFI = .907, NFI = .917, IFI = .966, TLI = .955, CFI = .966, RMSEA = .064로 나타나 전체적으로 수용 가능한 값을 보여주었다.

구조방정식에서 인과계수를 표준 오차로 나눈 기각비(C.R. : Critical Range)의 절대 값이 ± 1.96 이상이면 독립변수가 종속변수에 5% 유의 수준에서 유의한 영향을 주는 것으로 볼 수 있다.

Table 3. Reliability analysis result

구성개념	항목	요인 적재치	고유치	Cronbach's α
그린구매(GP)	C2-2	.672	77.007	.850
	C2-3	.883		
	C2-4	.892		
공급사슬 협력(SC)	B2-2	.794	75.686	.839
	B2-3	.782		
	B2-4	.813		
환경관리 역량(EC)	C1-2	.869	86.335	.840
	C1-3	.836		
그린설계(GD)	C3-1	.768	80.841	.787
	C3-3	.868		
	C3-4	.898		
환경성과(EP)	D1-1	.871	75.330	.836
	D1-2	.866		
	D1-3	.813		

Table 4. Research Model Test Results

가설	경로	표준화 값 (비 표준화 값)	S.E	C.R	P	가설검증
가설1	환경관리역량(EC) → 공급사슬협력(SC)	.464(.326)	.064	5.084	***	채택
가설2	환경관리역량(EC) → 그린구매(GP)	.759(.519)	.074	7.054	***	채택
가설3	환경관리역량(EC) → 환경성과(EP)	-.248(-.192)	.111	-1.734	.083	기각
가설4	그린설계(GD) → 공급사슬협력(SC)	.359(.212)	.051	4.184	***	채택
가설5	그린설계(GD) → 그린구매(GP)	.134(.077)	.040	1.948	.051	채택
가설6	그린설계(GD) → 환경성과(EP)	.293(.191)	.054	3.557	***	채택
가설7	공급사슬협력(SC) → 환경성과(EP)	.542(.598)	.116	5.165	***	채택
가설8	그린구매(GP) → 환경성과(EP)	.424(.481)	.153	3.132	.002	채택
제안모델 적합도		CMIN/DF = 1.662, GFI = 907, NFI = .917, IFI = .966, TLI = .955, CFI = .966, RMSEA = .064				

환경관리역량과 그린사슬협력 관계에 관한 <가설 1>은 계수 값이 0.464, C.R. = 5.084로 99%의 신뢰수준에서 유의하여 가설이 채택 되었다. 환경관리역량과 그린구매의 관계에 관한 <가설 2>는 계수 값이 0.759, C.R. = 7.054로 99%의 신뢰수준에서 유의하여 가설이 채택 되었다.

그런데 환경관리역량과 환경성과의 관계에 관한 <가설 3>은 계수 값이 -.248, C.R. = -1.734로 90% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 가설이 기각 되었다.

그린설계와 공급사슬협력의 관계에 관한 <가설 4>는 계수 값이 .359, C.R. = 4.184로 99% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 가설이 채택 되었다. 그린설계와 그린구매의 관계에 관한 <가설 5>는 계수 값이 .134, C.R. = 1.948로 90% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 가설이 채택되었다.

그린설계와 환경성과의 관계에 관한 <가설 6>은 계수 값이 .293, C.R. = 3.557로 99% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 가설이 채택되었다. 공급사슬협력과 환경성과의 관계에 관한 <가설 7>은 계수 값이 .542, C.R. = 5.165로 99% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 가설이 채택되었다.

그린구매와 환경성과의 관계에 관한 <가설 8>은 계수 값이 .424, C.R. = 3.132로 99% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 가설이 채택되었다.

<가설 3>의 환경관리역량이 환경성가에 관한 관계가 음의 값으로 유의하게 나오면서, 환경관리역량이 환경성가에 직접적으로 미치는 경로만 기각되고 그린설계와 환경성과의 경로와 매개 변수와의 관계를 나타내는 가설은 모두 채택되어 매개변수의 매개효과를 검증할 필요가 있다.

<Table 5>은 추가적으로 매개효과의 간접경로를 검증한 결과이다. 소벨테스트를 사용하여 간접경로의 유의성을 검증하고 AMOS에서 유령변수(Phantom variable)를 통하여 95% 신뢰구간 BC의 부트스트랩 5000회 분석을 실행하였다. 또한 Preacher and Hayes (2008)가 제시한 SPSS MACRO 간접효과 분석 방법을 사용하여, 부트스트랩 95% 신뢰구간 BC를

5000번 실시하여 분석하였다. 소벨 테스트를 사용한 1번, 2번, 3번 경로의 z값이 3.623, 2.869, 3.236으로 95% 유의수준에서 간접효과가 있으며, 4번 경로의 z값이 1.642으로 90% 유의수준에서 간접효과가 있는 것으로 검증 되었다.

유령변수를 사용한 1번 경로는 .096~.379, 2번 경로는 .067~.513, 3번 경로는 .059~.240 신뢰구간 값에서 0값이 포함되지 않았으므로 95%수준에서 간접효과가 유의한 것으로 검증되었다. 4번 경로는 -.010~.123으로 0값을 포함하고 있어 95%에서 간접효과가 없는 것으로 나타났으나 90% 유의 수준에서 간접효과가 있는 것으로 나타났다.

SPSS MACRO를 사용한 1번 경로는 .0975~.2426, 2번 경로는 .0896~.2649, 3번 경로는 .0500~.1581, 4번 경로는 .0213~.0916으로 0값을 포함하고 있지 않아서 95% 수준에서 모두 간접효과가 있는 것으로 나타났다.

간접효과의 크기는 1번 경로가 .248, 2번 경로가 .319, 3번 경로가 .194, 4번 경로가 .055로 나타나 공급사슬협력이 환경관리역량, 그린설계와 환경성과 사이를 매개하는 효과가 있는 것으로 나타났으며, 그린구매가 환경관리역량, 그린설계와 환경성과를 매개하는 효과가 있는 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구는 내부 그린공급사슬관리가 외부 그린공급사슬관리 및 환경성가에 미치는 영향을 분석하였다. 선행문헌에서 제시하고 있는 GSCM 하위요인들 가운데 대표적인 요인들이라고 생각되는 각각 2개의 내부 및 외부 GSCM 하위요인들만 포함하였다. 예를 들면, GSCM 실행의 중요한 하위 요인으로 생산자책임회수 등을 제시되고 있는데 연구대상이 1차 협력사로 상대적으로 중요성이 높지 않아 생산자책임회수는 제외하였다.

실증분석 결과는 첫째, 환경관리역량과 그린설계의 내부 GSCM이 그린구매와 공급사슬관리의 외부 GSCM에 긍정적인

Table 5. Indirect effects verification

간접 경로 분석				Sobel 95% (±1.96)	Amos Bootstrap 95% CI(BC) (Phantom variable)		SPSS Macro Bootstrap 95% CI(BC)		Estimate
NO	독립 변수	매개 변수	종속 변수	Z	LO	UP	LL	UL	
1	EC	SC	EP	3.623	.096	.379	.0975	.2426	.248
2	EC	GP	EP	2.869	.067	.513	.0896	.2649	.319
3	GD	SC	EP	3.236	.059	.240	.0500	.1581	.194
4	GD	GP	EP	1.642	-.010	.123	.0213	.0916	.055

영향을 준다는 가설이 지지되었다. 이러한 실증분석결과는 선행 연구 결과들과 일치한다.

둘째, 내부 및 외부 GSCM 활동이 환경성가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 다만, 그린설계는 환경성가에 직접적인 영향을 미치지만 환경관리역량은 환경성가에 직접적으로 영향을 미치지 않으며 그린구매와 공급사슬협력을 통해 간접적으로 환경성가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 부분적으로 분석대상 기업이 1차 협력사로 대기업에 비해 상대적으로 환경관리역량이 제한적이어서 외부 GSCM 실행을 통해 환경성과 개선이 이루어진다고 있다고 해석할 수 있다.

셋째, 외부GSCM활동이 내부GSCM과 환경성가를 매개하는 것으로 밝혔다. 공급사슬협력이 환경관리역량, 그린설계와 환경성과 사이를 매개하며 그린구매가 환경관리역량, 그린설계와 환경성가를 매개하는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 공급사슬협력과 그린구매는 환경관리역량과 환경성가를 완전 매개하는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 외부 GSCM 활동의 내부 GSCM활동과 환경성가의 매개효과는 통계적으로 유의하지 않으며 내부 GSCM활동이 외부 GSCM활동과 환경성가를 완전 매개한다는 Zhu et al. (2010)의 분석결과와 상이하다. 이는 본 연구의 분석 대상이 1차 협력사로 상이한 분석결과를 보여주고 있는 것으로 이해할 수 있지만 내부 GSCM, 외부 GSCM과 환경성과의 관계를 규명하기 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구는 내부 GSCM활동과 외부 GSCM 활동의 관계와 GSCM 활동들이 환경성가에 미치는 영향에 관한 연구가 많지 않은 상황에서 실증적으로 규명하여 GSCM에 대한 학술적인 이해를 높였다. 특히 기업생태계에 있어서 중요한 위치에 있는 1차 협력사를 연구 대상으로 설정하고 대·중소기업 그린파트너십 프로그램에 참여한 기업에 대한 설문자료를 활용하여 학술적으로 기여하였다.

본 연구의 정책적 시사점은 첫째, 기업이 내부 및 외부 GSCM을 잘 수행하여야 기업의 환경성가를 향상시킬 수 있다는 점이다. 둘째, 환경관리역량을 갖추고 그린설계 등의 내부 GSCM그린공급사슬관리 활동의 수준이 높아야 그린구매와 공급사슬협력 등의 외부 GSCM을 잘 수행할 수 있다는 점이다. 아울러 제조기업이 환경성가를 실현하기 위해서는 내부 GSCM과 외부 GSCM 활동을 조정할 필요가 있다.

본 연구는 학술적 기여와 실무적 시사점을 제시하고 있음에도 불구하고 다음과 같은 한계가 있다. 첫째, 본 연구에서는 GSCM 실행과 환경성과의 관계를 분석하였는데 향후 운영성과와 재무성과의 변화를 분석할 수 있는 종단적 연구를 수행할 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서는 내부 및 외부 그린공급사슬관리 하위 변수들로 대표적인 4개의 변수들만 포함하여 분석하였다. 다양

한 내부와 외부 그린공급사슬관리의 하위변수들을 포함하여 내부 및 외부 그린공급사슬관리간의 관계와 기업의 성과에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] Ahn, H. and Kim, K (2015), The Effect of Business Performance on Adoption of Green SCM: Focusing on a Mediating Effects of Social Responsibility, Korea Logistics Review, 25(3), pp.77~89.
- [2] Ahn, N. and Park S.(2016),The Effect of Social Capital in Buyer-Supplier Relationships on the Supply Chain Exchange Process and Performance, Journal of the Korean Production and Operations Management Society, 27(1), pp.103-126.
- [3] Banerjee, S., (2003), Corporate Environmentalism: The Construct and Its Measurement, Journal of Business Research, 55(3), pp.177-191.
- [4] Choe, J. (2014). The Adoption of Green Supply-chain Management Techniques and Their Effects on Organizational Performance in Korean Manufacturing Firms, Korean management science review, 33(2), pp.11~28.
- [5] Dyer, J. H. and H. Singh. (1998), The Relational View: Cooperative strategy and sources of inter-organizational competitive advantage, Academy of Management Review, 23(4), pp.660~679.
- [6] Green, K. W. Jr., P. J., Meacham, I., and Bhadauria, V. S., (2012), Green Supply Chain. Management practices: Impact on Performance, Supply Chain Management: An International Journal, 17(3), pp.290-305.
- [7] Green, K., B. Morton and S. New, (1998), Purchasing and Environmental Management: Interactions, Policies and Opportunities, Business Strategy and the Environment, 5(3), pp.188-197.
- [8] Han, J, and Sohn, B. (2012),An Empirical Study on the Effect of Environmental Management on the Firm Performances, Journal of the Korean Society of Supply Chain Management, 23(1), pp.1-22.
- [9] Handfield, R. B. and E. L. Nichols, (2002), Supply chain redesign : Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems, Financial Times Prentice Hall, Upper

- Saddle River, N. J.
- [10] Hervani, A. A., M. M. Helms, and J. Sarkis, (2005), Performance measurement for green supply chain management, *Journal of Operational Research*, 129(29), pp.330-353.
 - [11] Inkpen, A. C., and Tsang, E. W. K., (2005), Social capital, networks, and knowledge transfer, *The Academy of Management Review*, pp.146-165
 - [12] Jang, S. and Noh, M. (2015), An Empirical Study of GSCM Practices and Environmental Performance : The Perspective of the Moderating Effect of Regulation Pressure, *The Journal of Internet Electronic Commerce Research*, 15(3), pp.19-40.
 - [13] Joo, H. and Lee, Y. (2012), A Theoretical Overview on the Relationship between Green SCM and Sustainable Competitive Advantage of Firms, *Korea Logistics Review*, 22(3), pp.253-277.
 - [14] Kim, S. and Jeong, B. (2014). A Study on Adoption Process for Green Supply Chain Management in Korean Manufacturing Industry. *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management* 4(1), pp.63~73.
 - [15] Klassen, R. D. and P. F. Johnson, (2004), *The Green Supply Chain: In Understanding Supply Chain: Concepts, Critiques, and Futures*. S. New and R. Westbrook, New York: Oxford University Press.
 - [16] Laari, S., Töyli, J., Solakivi, T., & Ojala, L. (2016). Firm performance and customer-driven green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 112, 1960-1970.
 - [17] Lee Y and Oh H. (2012), An Empirical Study on Influencing Factors, Practice Level, and Performance of Green Supply Chain Management, *The Journal of Information Systems*, 2(1), pp.173-203.
 - [18] Lee Y. and Lee, M. (2013), An Empirical Study on the Effect of Supply Chain Environmental Management on Corporate Performance, *Korea Logistics Review*, 20(5), pp.99-125.
 - [19] Lee, S and Woo, S. (2014), Buyer-Supplier Long-Term Relationship : Its Determinants and Impacts on Performance, *Korea Trade Review*, 39(3), pp.95-124.
 - [20] Lee, S, Kim B., and Park, Y. (2017), The Effects of Long-Term Relationship Orientation on Green Supply Chain Management and Performance, *Asia Pacific Journal of Small Business*, 39(1), pp.59~87.
 - [21] Lee, S. and I. Cheong, (2012), Chapter 21. Sustainable supply chain management in the Korean automotive industry, Madu, C.N. and Kuei, C. (EDS) *Handbook of Sustainability Management* 609~624, World Scientific, Hackensack: NJ.
 - [22] Lee, S. and Kim, B. (2016), An Empirical Study of the Effects of Long-term Relationships on Green Supply Chain Management and Environmental Performance, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 27(2), pp.187-207.
 - [23] Lee, S. and Lee, K. (2013), A study on the relationships between social capital accumulation, green supply chain management, and supplier operational performance: A path analysis, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 24(2), pp.239-259.
 - [24] Lee, S. (2009), A Study on the Effects of Collaborative Supply Management on Buyer and Supplier Performance: From a View of Capabilities Transfer Throughout the Supply Chain, *Journal of The Korean Operations Research and Management Science Society*, 34(3), pp.85-104.
 - [25] Lee, S.Y. (2015). The effects of green supply chain management on the supplier's performance through social capital accumulation, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 20(1), pp.42 - 55
 - [26] Lee, Y. and Lee, S. (2014), The effects of sustainable supply chain management on relational social capital and supplier sustainability performance: An integrative model of the fair, green, and responsible supply chain, *Korean Economic Review*, 43(2), pp.275-302.
 - [27] Menon, A., and A. Menon, (1997), Environment Marketing Strategy: the Emergence of Corporate Environmentalism as Market strategy, *The Journal of Marketing*, 61(1), pp.51-67.
 - [28] Mentzer, J. T., W. DeWitt, J. S. Keebler, S. Min, N. W. Nix, C. D. Smith and Z. G. Zacharia, (2001), Defining Supply Chain Management, *Journal of Business Logistics*, Vol.22, pp.1-26.
 - [29] Nahapiet, J. and Ghoshal, S., (1998), Social capital, intellectual capital and the organizational advantage,

- Academy of management review, 23(2).2, pp.242-266.
- [30] Oliver, C., (1997), The Influence of Institutional and Task Environment Relationships on Organizational Performance : The Canadian Construction Industry, Journal of Management Studies, 34(1), 1997b. pp.99~124.
- [31] Park C. and Kim C.(2010), Effect of Environmental Regulations on Supply Chain Environmental Management and Supply Chain Management Performance, Journal of the Korean Society of Supply Chain Management, 10(2), pp.33-49.
- [32] Park, S., Lee, D., and Lee, H(2013),The Impact of Social Capital Development between 1st- and 2nd-Tier Suppliers on the 1st-Tier Suppliers' Willingness of Shared Growth and Performance, Journal of the Korean Production and Operations Management Society, 24(4), pp.513-535.
- [33] Porter, M. E., and van der Linde, (1995), Green and Competitive Ending the Stalemate, Harvard Business Review, September-October, pp.120-134.
- [34] Pourhejazy, P., & Kwon, O. K. (2016). A Practical Review of Green Supply Chain Management. Journal of International Logistics and Trade, 14(2), 156-164.
- [35] Rha, J. (2016). Invited article : Bibliometric Network Analysis on the Recent Green Supply Chain Management Research. Korean Journal of Logistics, 24(1), 63-81.
- [36] Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K. H. (2011). An organizational theoretic review of green supply chain management literature. International Journal of Production Economics, 130(1), 1-15.
- Sharma, S., and H. Vredenburg, (1998), Proactive Corporate Environmental Strategy and the Development of Competitively Valuable Organizational Capabilities, Strategic Management Journal, 19, pp.729-753.
- [37] Shrivastava, P., (1995), The Role of Corporations in Achieving Ecological Sustainability, Academy of Management Review, 20(4), pp.936-960.
- [38] Vachon, S. and R. Klassen, (2008), Environmental Management and Manufacturing Performance: The Role of Collaboration in the Supply Chain, International Journal of Production Economics, 111(2), pp.299-315.
- [39] Zhu, Q. and J. Sarkis and K. Lai., (2008), Confirmation of a Measurement Model for Green Supply Chain Management Practices Implementation, International Journal of Production Economics, 111(2), pp.261-273.
- [40] Zhu, Q. and J. Sarkis, (2004), Relationships Between Operational Practices and Performance Among Early Adopters of Green Supply Chain Management Practices in Chinese Manufacturing Enterprises, Journal of Operations Management, 22(3), pp.265-289.
- [41] Zhu, Q., Geng, Y., Fujita, T., & Hashimoto, S. (2010). Green supply chain management in leading manufacturers: Case studies in Japanese large companies. Management Research Review, 33(4), 380-392.
- [42] Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. H. (2012). Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements. International journal of production research, 50(5), 1377-1394.
- [43] Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. H. (2013). Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. Journal of Purchasing and Supply Management, 19(2), 106-117.



이승기

명지대학교 경영학 학사
 서강대학교 경영학 석사
 한국기술교육대학교 기술경영학 박사
 현재 : 한국생산기술연구원 서남지역본부
 실장
 관심분야: SCM, GSCM, 기술사업화, 기
 술정책



김병근

(영)Univ, of Sussex SPRU 과학기술정
 책 석사
 (영)Univ, of Sussex SPRU 과학기술정
 책 박사
 현재: 한국기술교육대학교 산업경영학부 교수
 관심분야: GSCM, 기술혁신경영, 기술창
 업, 기술사업화, 기술정책

Principle component regression에 기반한 글로벌 공급사슬의 운영 리스크 예측 및 원천추론*

윤성준 · 박양병[†] · 유준수
경희대학교 공과대학 산업경영공학과

Prediction and Source Inference of the Global Supply Chain Operational Risk Based on Principle Component Regression

Sung Joon Yoon · Yang Byung Park[†] · Jun Soo Yu

Department of Industrial and Management Systems Engineering, Kyunghee University

In modern business environment, supply chains become more vulnerable to operational risks due to globalization. It is a critical issue for supply chain managers to manage operational risks proactively and effectively. This paper proposes the operational risk management model of global supply chains. It predicts the supply chain performance based on principal component regression, assesses the supply chain risk using the modified adaptive exponentially weighted moving average control chart, and infers the core operational risk source using a methodology based on principle component analysis. 23 kinds of operation indicators are developed to measure the local operating performance. The model is successfully applied to an industrial example.

Keywords: Supply chain risk management, Principle component regression, Performance prediction, Operational risk assessment, Operational risk source inference.

1. 서론

치열한 경쟁 환경에서 기업들은 글로벌화, 아웃소싱, 단일소싱, 적시생산, 능력 및 재고 등 여유(slack)의 최소화 등을 통해

효율의 극대화를 추구하고 있다. 하지만 이러한 경영전략은 공급사슬의 구조와 프로세스를 복잡하게 하고 파트너들 간의 의존성을 증대하여 공급사슬이 운영 리스크에 매우 취약하게 만들었다. 이에 따라 기업이 지속가능한 경쟁우위를 유지하기 위해서는 사전에 공급사슬의 핵심 운영 리스크 원천을 규명해서 선제

* This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (NRF-2013R1A1A2005302)

[†] **Corresponding author:** Department of Industrial and Management Systems Engineering, Kyung Hee University, 1 Seocheon-dong, Giheung-gu, Yongin, Gyeonggi-do, 17104, Korea. Tel: +82-31-201-2553, E-mail: ybpark@khu.ac.kr

Received : 23 February 2017, **Revised :** 27 April 2017, **Accepted :** 19 May 2017

적으로 대응하는 것이 매우 중요하다. 운영 리스크란 공급사슬의 구매(sourcing), 생산, 저장, 수송 활동에서 내외적 요인으로 인해 예상치 못한 시기에 일시적으로 발생하는 자원능력, 물자 및 정보 흐름, 품질, 시간, 비용 등의 급격한 악화현상을 의미한다. 예를 들어, 해외 공급자의 제조공정 이상으로 부품조달이 일시 중단되어 제품의 생산차질이 발생하는 경우이다.

지난 수십 년 동안 많은 학자들에 의해 공급사슬 리스크의 선제적 대응을 위해 필요한 리스크 평가에 관해 많은 연구가 수행되었다. 대부분의 연구는 공급사슬에서 각종 운영상황의 실측치를 결합해서 구한 점수를 토대로 리스크를 평가하는 방법을 사용하고 있다. 주요 연구로 Lavastre et al.(2012), Kengpol and Tuamsee(2016) 등이 있다. 하지만, 이 방법은 각종 운영상황의 실측치를 합리적으로 결합하기가 어렵고, 또한 리스크 원천의 규명에 필요한 개별 운영의 리스크에 대한 영향력을 파악할 수 없다는 문제점을 내포하고 있다. 최근, 일부 학자들이 이러한 문제점을 해결하기 위해 공급사슬의 예측성과를 토대로 리스크를 평가하는 보다 발전된 방법을 연구하였다. Li et al.(2010)은 PCR(principle component regression)을 기반으로 중국기업의 식품 공급사슬의 성과를 예측하는 모델을 제안하였다. Herrera and Park(2014)은 PCR을 기반으로 국가의 글로벌 로지스틱스 지표 값들을 가지고 무역능력지수를 예측함으로써 리스크를 조기에 감지하는 시스템을 개발하였다. Silva et al.(2016)은 브라질 펄프생산 공급사슬의 리스크 관리를 위해 PCR을 기반으로 주 원자재인 유칼립투스 나무의 성장을 예측하는 방법을 개발하였다. 이들 기존 연구에서는 PCR을 이용해 단순히 공급사슬의 성과를 예측할 뿐, 공급사슬 리스크에 대한 개별 운영의 영향력 분석은 다루지 않고 있다. 김다함과 박양병(2016)은 공급사슬의 페트리 넷 모델의 실행에 의해 추출된 이벤트 로그 자료에 대해 PCR 대신 사회관계망 마이닝을 실시해 이상 리소스를 규명하는 방법론을 제시하였다. PCR은 공급사슬의 성과예측 외에도 의료, 자연재해, 원자로 사고 등 다양한 분야에서 예측문제에 효과적으로 사용되고 있다(Milewski et al., 2016; Ebisudani and Tokai).

비록 공급사슬 대상은 아니지만, ANN(artificial neural network)을 이용한 시스템의 성과(또는 성능) 예측을 통해 리스크를 감지하는 연구가 여러 학자들에 의해 수행되었다. Wang and Elhag(2008)은 ANN을 이용해 영국에 건설되어 있는 교량들의 붕괴 리스크를 판정하였다. 그들은 교량의 안전성 평가를 위한 다양한 항목의 지표들을 개발해서 그것들의 실측자료를 분석에 사용하였다. Miklovic and Witty(2010)는 정보통신 장비 판매업체인 Cisco 공급사슬에서 그들이 개발한 구매, 생산, 판매의 실시간 탄력성 위험지표 자료를 토대로 공급사슬의 상황을

지속적으로 관찰함으로써 사전에 리스크를 감지하는 방법을 제시하였다. Kwon and Cho(2012)는 ANN을 이용해 국가경제지표들을 토대로 외환시장 압력지수를 예측하는 외환 리스크 조기경보시스템을 개발하였다. 예측에 유효한 국가경제지표의 선정에는 유전자알고리즘을 사용하였다. Sahoo(2016)는 ANN을 이용해 인도 Chennai에서 조도, 온도, 풍량, 습도 등의 날씨자료를 토대로 다음 날 태양광 발전시스템의 전력생산량 예측모델을 개발하였다. 주병준과 배혜림(2016)은 국내 철강 산업에서 새로운 철강제품의 수요가 발생 시 이 제품이 어떤 공정군집에 속할지를 예측하는 모델을 개발하였으며, 공정군집의 구성에 ANN을 사용하였다.

공급사슬과 같은 시스템의 성과예측을 통해 리스크를 평가하는 기존 연구는 대부분 단순히 리스크를 판정하는 수준에 머무르고 있다. 리스크 예측에 따라 한정된 자원을 이용해 효과적으로 리스크를 완화하는 작업은 공급사슬의 선제적 리스크 관리에서 매우 중요하다. 이를 위해서는 핵심 리스크 원천의 규명이 필수적이다. 이에 따라 본 논문에서는 다단계 글로벌 공급사슬의 세부 운영상황에 따른 미래의 공급사슬 성과를 예측하고, 예측 성과에 근거해 공급사슬의 리스크 상태를 평가하고, 핵심 운영 리스크 원천을 규명하는 PCR 기반의 방법론을 제안한다. 리스크 관리에 필수 기초자료인 운영지표(operation indicators: OI)와 성과지수(performance index: PI)는 직접 개발한다. PCR은 PCA(principle component analysis)를 통해 종속변수에 영향을 미치는 독립변수들의 차이를 가장 잘 나타내는 중요한 주성분(principle component: PC)들을 찾아서 이들에 대해 다변량 선형회귀분석을 적용함으로써 짧은 시간 내에 효율적으로 관계식을 도출하는 방법이다(Hemmateenejad et al., 2006). PCR은 ANN에 비해 상대적으로 적은 자료를 이용할 뿐만 아니라, 특히 종속변수 값의 변동에 대한 독립변수의 개별 영향력을 계산할 수 있는 정보를 제공해 주는 큰 장점이 있다.

1장의 서론에 이어, 2장에서는 제안된 방법론의 운영 리스크 관리 모델을 설명한다. 3장에서는 제안된 방법론의 적용 예제를 기술한다. 끝으로, 결론과 향후과제를 4장에 정리한다.

2. 제안된 방법론의 운영 리스크 관리 모델

운영 리스크 관리 모델은 3개의 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계에서는 과거 공급사슬의 각종 OI와 이에 대한 PI 자료 셋 집단에 대해 PCR을 적용해 PI의 예측 식을 개발한 다음, 현재 기의 OI 실측치를 대입해 미래의 PI를 예측한다. 두 번째 단계에서는 AEWMA(adaptive exponentially weighted moving

average) 관리도에 PI 예측치를 적용해 공급사슬의 상태를 평가한다. 만일 리스크 상태로 판정되면, 세 번째 단계에서 PCA에서 수집된 정보를 활용해 핵심 운영 리스크 원천을 추론한다.

2.1 단계 1: PI 예측

공급사슬의 성과는 공급사슬에서 각종 활동들의 복합적인 결과로 공급사슬 리드타임에 해당되는 시차를 두고 나타나기 때문에, 미래의 PI 값은 현재의 세부운영상황을 측정한 OI 값을 토대로 추정해야한다. Tummala and Schoenherr(2011)가 정의한 공급사슬 성과에 영향을 미치는 요인, 리스크 종류, 평가척도 등을 참고해 글로벌 공급사슬의 성과에 영향을 미치는 23개 항목의 OI를 개발한다. 부문별 OI에 대한 간략한 설명이 Table 1에 정리되어 있다. 매기 OI는 해당기간 동안 공급사슬 운영에서 수집된 관련 자료를 토대로 식을 이용해 계산된다.

공급사슬 성과는 모든 판매시설에서 고객에게 판매된 제품의 품질, 공급사슬 비용, 공급사슬 리드타임, 고객수요 충족률의 네 가지 요소를 토대로 결정한다. t 기의 공급사슬 성과지수는 다음

과 같이 계산된다.

$$PI_t = w_1 GR_t + w_2 CE_t + w_3 LE_t + w_4 AR_t \quad (1)$$

여기서 GR_t 는 t 기의 평균 양품비율, CE_t 는 t 기의 평균 공급사슬 비용 효율, LE_t 는 t 기의 평균 공급사슬 리드타임 효율, AR_t 는 t 기의 고객수요 충족률, w_i 는 요소 i 의 가중치로서 합은 1이다. 한 판매제품의 공급사슬 비용과 리드타임은 해당 제품에 대해 공급사슬의 전체 프로세스에서 발생한 총비용과 총소요시간을 각각 의미이며, 한 판매제품의 비용과 리드타임 효율은 각각 (예상 최대치-실제치)/(예상 최대치-예상 최소치) 식에 의해 계산된다. 효율이 1에 가까우면 실제치가 예상 최소치에 근접함을 의미한다.

OI와 이에 대한 PI 셋의 과거자료가 충분하면, 이것들을 토대로 PCR을 적용해 OI에 의한 PI 예측 식을 도출할 수 있다. PCR에서 PCA는 OI들의 총 분산에 크게 영향을 미치는 주성분(principle component: PC)들의 소 집합(이들을 중요 PC라 칭함)을 찾아준다. PC는 서로 연관되어 있는 OI들 간의 내적구조

Table 1. Operation indicators of global supply chain

Area	OI	Explanation
Supplier	공급충족률(<i>SFR</i>)	정시 납품물량 비율
	부품불량률(<i>SDR</i>)	생산물량 중 불량품 비율
	부품가격 변화율(<i>SVR</i>)	과거 대비 부품가의 증감비율
	생산리드타임 지연율(<i>SLR</i>)	예상 대비 실제 생산리드타임 지연비율
Plant	생산충족률(<i>PFR</i>)	계획 대비 실제 생산량 비율
	공정별 작업시간 지연율(<i>PLR</i>)	공정에서 예상 대비 실제 작업시간 지연비율
	생산비 변화율(<i>PVR</i>)	과거 대비 평균 생산비의 증감비율
	제품불량률(<i>PDR</i>)	생산물량 중 불량품 비율
Distribution center	제품가용성(<i>DFR</i>)	주문에 대한 재고수준 비율
	주문처리시간 지연율(<i>DVR</i>)	예상 대비 실제 주문처리시간 지연비율
	저장시설 가동률(<i>DSR</i>)	최대 저장능력 대비 실제 저장물량 비율
	저장능력 초과율(<i>DOR</i>)	최대 저장능력 초과일수 비율
	재고회전율(<i>DTR</i>)	평균 재고수준 대비 처리물량 비율
	제품손상률(<i>DDR</i>)	저장물량 중 손상된 물품 비율
Wholesaler	고객수요 충족률(<i>RFR</i>)	충족된 고객수요 비율
	재고회전율(<i>RTR</i>)	평균 재고수준 대비 판매물량 비율
	고객수요 예측오차율(<i>RER</i>)	예측수요 오차 비율
	고객수요 변동률(<i>RVR</i>)	고객수요의 평균 대비 표준편차 비율
Transportation	수송시간 변동률(<i>LVR</i>)	수송시간의 평균 대비 표준편차 비율
	통관지연율(<i>LRR</i>)	통관횟수 중 지연된 횟수 비율
	수송지연율(<i>LYR</i>)	수송횟수 중 지연된 횟수 비율
	수송비 변화율(<i>LCR</i>)	과거 대비 평균 수송비의 증감 비율
	제품손상율(<i>LDR</i>)	수송물량 중 손상된 물품 비율

를 분석해서 유도된 OI들의 선형 결합 식으로, 분산의 크기를 나타낸다. 중요 PC들만을 PCR의 회귀분석에 사용함으로써 예측식의 정확성과 계산의 효율성을 동시에 높이는 효과를 기대할 수 있다. PCA에는 수집한 OI 값들의 표준화 값을 사용한다. OI j 의 관찰치 \tilde{x}_j 에 대한 표준화는 $(\tilde{x}_j - \bar{x}_j)/s(x_j)$ 식을 이용한다. \bar{x}_j 와 $s(x_j)$ 는 과거자료 군에서 OI j 의 평균과 표준편차를 각각 나타낸다. 또한, PCA에는 개별 OI 및 PI 셋 자료 집단에 대해 단순회귀분석을 실시해서 상관계수가 큰 유의한 OI만을 선별해 사용할 수 있다.

W 는 p 개기에 m 개 OI 값으로 구성된 $m \times p$ 행렬이고, C 는 W 의 공분산 행렬이고, R 은 C 의 고유벡터 행렬이라 하자. 그러면, 각각 m 개 OI의 선형 식으로 구성된 m 개 PC가 정의된다. 각 선형 식에서 OI의 계수는 R^T 의 각 행에서의 요소로 정해진다. R^T 는 R 의 전치이다. 각 PC와 연관된 분산의 몫을 구하기 위해 각 PC가 전체 PC에서 차지하는 고유 값 비율을 계산한다. 각 PC의 고유 값은 식 (2)에 의해 계산된 행렬 S 의 대각선 요소에 해당된다. PC들을 고유 값 비율이 큰 순서로 정렬한 다음에 누적비율이 상한치에 도달할 때까지 차례로 PC를 선택하여 이들을 중요 PC로 정한다. 상한치는 분석의 상세요구에 의거 보통 0.7~0.9로 정한다.

$$S = R^T C R \quad (2)$$

OI 및 PI 셋 자료를 이용해 중요 PC들에 대해 다변량 선형회귀분석을 실시하면 다음과 같이 중요 PC들의 선형관계 형태로 PI 예측 식이 도출된다.

$$\hat{P} = a + b_1 Y_1 + \dots + b_i Y_i + \dots + b_k Y_k \quad (3)$$

여기서 k 는 중요 PC 개수, Y_i 는 중요 PC i , a 는 상수, b_i 는 PC i 의 계수이다.

2.2 단계 2: 공급사슬 리스크의 평가

공급사슬의 리스크 상태를 평가하는데 AEWMA 관리도 (Capizzi and Masarotto, 2003)를 변형해 사용한다. AEWMA 관리도는 매개변수들의 조절에 의해 미세하게 변동하는 자료의 이상치나 급격하게 변동하는 자료의 이상치를 모두 다 잘 판별할 수 있기 때문에, 정상상태에서는 PI의 변동이 미미하나 리스크 상태에서는 PI가 크게 변동하는 특성을 지닌 글로벌 공급사슬의 리스크 평가에 적합하다.

$t+1$ 기에 PI의 AEWMA 값 Z_{t+1} 은 다음과 같이 계산된다.

$$Z_{t+1} = \phi_t \hat{P}_{t+1} + (1 - \phi_t) Z_t \quad (4)$$

여기서 \hat{P}_{t+1} 은 $t+1$ 기의 PI 예측 값, ϕ_t 는 t 기의 예측오차 e_t 의 반영비율이며, $\phi_t = \theta_t / e_t$ 식에 의해 구해진다. θ_t 는 e_t 의 보정치이며, 다음과 같이 Huber's score function(1981)을 이용해 계산한다.

$$\theta_t = \begin{cases} e_t + \lambda(1 - \tau)\sigma & \text{if } e_t < -\lambda\sigma \\ \tau e_t & \text{if } |e_t| \leq \lambda\sigma \\ e_t - \lambda(1 - \tau)\sigma & \text{if } e_t > \lambda\sigma \end{cases} \quad (5)$$

여기서 τ 는 변화에 대한 대응지수로, 0과 1사이 실수인 분석자 입력 값이다. 최근의 PI 변화를 신속히 탐지하기를 원하면 τ 를 작은 값으로 정한다. σ 는 과거 PI 자료의 표준편차이다. λ 는 예측오차의 보정에 대한 엄격성을 조정하는 변수로, 보통 3으로 설정하는 분석자 입력 값이다. 분석자는 τ 와 λ 값을 적절히 변화 시킴으로써 PI의 미세한 변화나 갑작스런 변화에 유연한 대응이 가능하다.

만일 아래 조건식이 충족되면, $t+1$ 기의 공급사슬을 리스크 상태로 판정한다.

$$Z_{t+1} < \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\frac{\tau[1 - (1 - \tau)^{2(t+1)}]}{(2 - \tau)}} \quad (6)$$

여기서 μ_0 는 과거 PI 자료의 평균을 나타낸다. 조건식의 우측 루트 식은 PI의 AEWMA 값과 예측치의 공분산을 계산한다.

2.3 단계 3: 핵심 운영 리스크 원천의 추론

단계 2에서 공급사슬이 리스크 상태로 판정되면, t 기의 다변량 AEWMA 벡터와 2.1절에서 실시된 PCA로부터 수집된 정보를 이용해 각 OI가 $t+1$ 기의 공급사슬 리스크에 미치는 영향을 분석한다. t 기의 다변량 AEWMA 벡터는 다음과 같이 계산된다.

$$L_t = \tau Q_t^T O_t + (1 - \tau) L_{t-1} \quad (7)$$

여기서 Q_t^T 는 t 기에 k 개 중요 PC의 고유 값들로 구성된 $m \times k$ 행렬의 전치, O_t 는 t 기의 OI 값으로 구성된 $m \times 1$ 벡터이다. τ 는 식 (6)에서 설명되어 있다. $L_0 = 0$. $L_t = (l_{t1}, \dots, l_{tk})$ 형식으로 구해지며, l_{ti} 는 t 기에 PC i 의 중요도이다.

먼저, $t+1$ 기의 PI에 대한 t 기에 중요 PC i 의 기여도 F_{it} 를 계산한다.

$$F_{it} = \frac{l_{it}}{\sum_{i=1}^k l_{it}} \quad \forall i \quad (8)$$

여기서 k 는 중요 PC 개수이다.

다음, $t+1$ 기의 PI 변동에 대한 t 기에 OI j 의 기여도 G_{jt} 를 계산한다.

$$G_{jt} = \sum_{i=1}^k F_{it} \left[\frac{a_{ijt}}{\sum_{i=1}^m a_{ijt}} \right] \quad \forall j \quad (9)$$

여기서 a_{ijt} 은 t 기에 중요 PC i 에서 OI j 의 가중치이며, 자신의 고유벡터에 의해 정해진다.

이에 따라 t 기에 OI j 가 운영 리스크 원천일 확률 H_{jt} 는 다음과 같다.

$$H_{jt} = \frac{G_{jt}}{\sum_{j=1}^m G_{jt}} \quad \forall j \quad (10)$$

확률이 높은 OI일수록 $t+1$ 기의 PI에 더 부정적으로 영향을 미친다. 확률이 가장 높은 OI를 핵심 운영 리스크 원천으로 간주한다. 핵심 리스크 원천이란 t 기에 OI에 대해 개별적으로 (어느 수준까지) 동일한 크기의 개선을 시도할 때 $t+1$ 기의 PI에 개선정도가 가장 큰 OI임을 의미한다.

공급사슬 운영 특성 상 OI들은 상호 의존적이다. 따라서 핵심 리스크 원천 OI와 나머지 OI들에 대해 상관분석을 실시해 상관성이 유의미한 OI들을 선별한 다음, 핵심 리스크 원천 OI를 종속변수 그리고 이들을 독립변수로 하여 PCA를 추가로 실시함으로써 핵심 리스크 원천 OI의 완화에 영향을 미치는 다른 주요 OI에 대한 정보를 얻을 수 있다.

3. 적용 예제

3.1 예제의 글로벌 공급사슬

국내 전자회사가 생산/판매하는 한 제품의 아시아 지역 공급사슬을 대상으로 제안된 운영 리스크 관리 모델을 적용한다. 공급사슬은 Fig.1과 같이, 국내에 위치한 한 개의 공장, 공장 인근에 위치한 두 개의 핵심모듈 공급자, 중국 시안과 베트남 하노이에 각각 위치한 두 개의 물류센터, 중국과 동남아시아 국가에 위치한 여섯 개의 지역도매상으로 구성되어 있다. Fig. 1에서 시설

간 연결선은 물자의 흐름을 나타낸다. 시설 간 국제 및 내륙 수송은 각각 항공과 컨테이너 트럭을 이용하며, 국가 간 이동(L_3 , L_4)에는 통관검사가 발생한다.

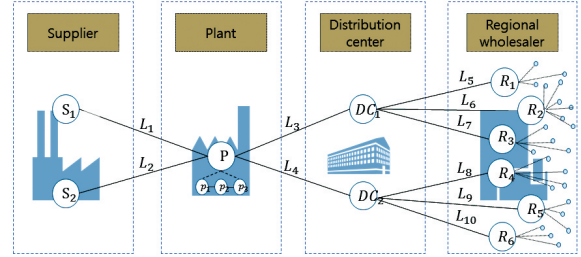


Fig. 1. Global supply chain of the example

두 공급자는 매일 아침 공장의 일일 생산량에 맞춰 각각 모듈 A와 B를 공급한다. 공급자는 모듈의 재고수준이 재주문점에 도달하면 일정량을 생산해 보충한다. 공장에서 일일생산량은 계획되어 있지만, 실제 산출량은 작업시간, 기계고장, 모듈부족, 대기 등으로 인해 변동한다. 공장에서 생산은 로트단위로 세 개의 연속된 공정을 거치며, 각 공정에서는 일곱 개의 병렬 기계 셀이 탄력적으로 운영된다. 공정 p_1 과 p_2 에서는 각각 모듈 A와 B를 조립하고 공정 p_3 에서는 외장케이스를 조립한다. 케이스는 자체 조달한다. 완제품은 공장창고에서 한 개 컨테이너 용량만큼 모아지면 교대로 두 물류센터에 배송한다. 물류센터는 할당된 지역도매상으로부터 주문이 접수되면 재고가 충분한 경우 익일 배송한다. 접수일로부터 이틀이 경과된 주문은 백로그 주문으로 간주되며 특별비용이 발생한다. 저장물량이 물류센터의 수용능력을 초과하면, 초과분은 인근 임대창고에 저장된다. 높은 비용 때문에 지역도매상의 주문에 임대창고의 재고를 우선 사용한다. 지역도매상은 재고가 재주문점에 도달하면 지정된 물류센터에 경제적 주문량 보다 많은 컨테이너 적재용량의 최소 정수 배를 주문한다. 지역도매상에서 품질은 판매 손실로 처리된다.

모듈과 제품의 로트크기는 1000개로 같다. 모듈 A와 B의 로트 당 생산시간(일)은 각각 TRIA(2,3,4)과 TRIA(3,4,5)를 따르고, 로트 당 가격은 각각 \$30000과 \$50000이고, 주문비는 각각 \$9000과 \$7000이다. 두 공급자에서 로트 당 불량률(%)은 NORM(0.02,0.001)을 따르고, 일일재고유지비는 모듈가격의 0.256%이다. 공급자에서 공장까지 수송시간은 공통으로 하루이다. 공장의 일일 계획 생산량은 120개 로트로 일정하다. 세 공정의 각 기계 셀은 최대 20개 로트의 가공이 가능하며, 로트 당 작업시간(일)과 불량률(%)은 TRIA(0.5,1,1.5)와 NORM(0.02,0.001)을 따른다. 컨테이너 트럭의 적재용량은 20개 로트이다. 지역도매상의 주문비는 회당 \$6000이다. DC_1 과 DC_2 의

최대저장능력은 각각 150개와 100개 로트이며, 일일재고유지비는 제품가격의 0.3%이다. 임대창고의 일일재고유지비는 제품가격의 0.4%이다. 세관에서 통관일은 물량에 관계없이 EXPON(1)을 따른다. 지역도매상에서 고객수요는 로트단위로 발생하며, 로트 당 제품가격은 \$600000, 로트 당 품질비는 제품가격의 20%, 일일재고유지비는 제품가격의 0.385%이다. 지역도매상에서 제품불량으로 인한 고객클레임 처리비는 제품가격의 3%이다. 지역도매상의 고객수요와 시설 간 수송시간은 모두 삼각분포를 가정한다.

3.2 공급사슬의 시뮬레이션에 의한 OI 및 PI 셋 자료 생성

공급사슬의 시설 및 경로 수를 고려하면 총 92개의 OI가 필요하다. 회사로부터 실제 OI 및 PI 셋 자료를 얻을 수 없기 때문에, 공급사슬의 시뮬레이션을 통해 생성된 가상자료를 사용한다. 시뮬레이션 모델은 Arena(Kelton et. al, 2015)로써 구축한다. 한 기의 단위는 공급사슬의 평균 리드타임을 고려해 45일로 한다. PI 계산에서 네 개 구성요소의 가중치는 같게 설정한다. 현재의 공급사슬 운영을 정상상태로 간주하고, 이것을 기준으로 각종 운영변수 입력 값을 증감하여 다양한 비정상상태를 설정한다. 예를 들어, 공급자의 생산리드타임을 1.5배로 늘리거나, 공정에서 작동 가능한 가공 셀 수를 60%로 감축한다. 비정상상의 강도는 입력 값의 증감 크기에 따라 상, 중, 하로 나누고, 각각의 발생확률은 10%, 30%, 60%, 각각의 지속기간은 3일, 2일, 1일로 설정한다. 각 운영변수에 대해 비정상상태가 발생할 확률은 공통으로 0.5%로 정한다.

시뮬레이션을 90일 동안 실행하여, OI는 시작부터 45일 동안의 운영자료를 토대로 계산하고, PI는 45일부터 종료까지 45일 동안 모든 지역도매상에서 판매된 제품정보를 토대로 계산한다. 시뮬레이션의 초기상태는 정상상태의 입력 값으로써 365일 동안 10회 시뮬레이션을 수행해 구한 시스템의 평균 종료상태로 설정한다. 정상상태와 비정상상태에서 시뮬레이션을 각각 300

회와 150회를 반복 실시해 총 450개의 OI 및 PI 셋 자료를 생성한다. 이 중 임의의 300개 셋은 학습용, 나머지는 평가용으로 사용한다.

3.3 단계 1: PI 예측

개별 OI 및 PI 셋 자료에 대해 단순회귀분석을 실시한다. 유의한 OI의 선정기준은 상관계수 0.1로 설정한다. 선정된 44개 유의한 OI의 현재 기 실측치는 Table 2와 같다. 표에서 OI 부호 뒤 숫자는 관련시설 번호이다(단, 경우는 공정번호임). 유의한 OI들의 표준화 값을 가지고 PCA를 실시해 구한 PC들 대해 90%의 누적 분산비율 기준을 적용하면 19개의 중요 PC가 정해진다. 학습용 OI 및 PI 셋 자료를 이용하여 중요 PC들에 대해 다변량 선형회귀분석을 실시하면 식 (11)과 같은 PI 예측 식이 얻어진다. 현재 기의 OI 실측치를 대입하면 다음 기의 PI는 0.672로 예측된다.

참고로, PCR에 의한 PI 예측방법의 성능을 평가하기 위해 학습용 OI 및 PI 셋 자료 집단에 대해 보편적 예측기법인 ANN과 선형회귀분석(LRA)을 적용해 구한 예측 식과의 비교 실험을 실시한다.

$$\begin{aligned} \hat{PI} = & -0.014 Y_1 + 0.068 Y_2 - 0.041 Y_3 + 0.063 Y_4 + 0.171 Y_5 + 0.022 Y_6 - 0.072 Y_7 \\ & + 0.052 Y_8 + 0.529 Y_9 + 0.036 Y_{10} - 0.089 Y_{11} + 0.029 Y_{12} - 0.356 Y_{13} + 0.33 Y_{14} \\ & - 0.025 Y_{15} - 0.192 Y_{16} + 0.083 Y_{17} - 0.1 Y_{18} + 0.032 Y_{19} \end{aligned} \quad (11)$$

ANN은 한 개의 은닉 층으로써 SPSS를 이용해 실행한다. 실험결과, 평가용 자료 집단에 대해 PCR, ANN, LRA의 예측식 결정계수는 각각 0.87, 0.78, 0.71로 구해져 PCR에 의한 PI 예측방법이 ANN이나 LRA 보다 더 우수한 것으로 나타난다. 세 방법의 비교결과는 예제의 경우에 국한되며, 주어진 예측문제의 종류 및 자료의 특성에 따라 달라질 수 있다. Fig. 2는 100개 샘플에 대해 PI의 실제치와 두 방법에 의한 예측치를 비교해 보여 준다.

Table 2. Observed values of 44 significant OI in the current period

RFR5	LYR5	RFR4	DDR2	DTR2	LVR9	SLR1	SVR1	RFR2	RFR6	PLR2
0.75	0.22	0.45	0.02	2.03	0.11	0.63	0.00	0.89	0.56	0.84
LYR7	LYR8	LCR6	RER3	LCR5	RTR4	DOR2	SLR2	PER	LCR3	LCR3
0.02	0.01	0.00	0.03	0.00	3.41	0.36	0.49	0.17	0.03	0.07
PLR1	PVR	LYR3	RVR3	SDR1	LRR2	RTR1	RVR1	DOR1	RVR6	LCR10
0.63	0.01	0.04	0.05	0.16	0.02	2.11	0.24	0.05	0.02	0.01
RFF3	DTR1	LYR4	RVR2	LVR3	LDR7	LVR6	LVR8	DVR1	LYR6	DSR2
0.02	1.31	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.06	0.98

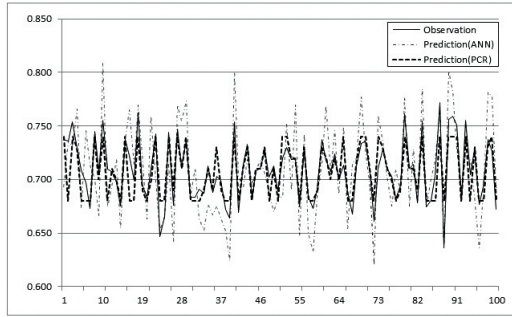


Fig. 2. Comparison of the predicted and the observed PIs

3.4 단계 2: 공급사슬 리스크의 평가

과거 20개기의 PI 평균과 표준편차는 각각 0.712와 0.02로 주어진다. $\lambda=3$ 으로 설정한다. 9개 기의 AEWMA 계산과정이 Table 3에 정리되어 있다. 최근의 PI 변동을 신속히 탐지하기 위해 $\tau=0.25$ 로 설정한다. 공급사슬의 리스크 판정기준은 자료가 충분한 경우의 $\mu_0 - 3\sigma\sqrt{\tau/(2-\tau)}$ 식(Crowder and Hamilton, 1992)을 이용하면 0.697로 계산된다. Fig. 3의 AEWMA 관리도에서 다음 기(즉, 9기)의 AEWMA가 기준 값 미만이므로 공급사슬 상태를 리스크로 판정한다.

Table 3. Computation of AEWMA for nine periods in the example

t	e_{t-1}	θ_{t-1}	ϕ_{t-1}	Z_t
1	0.025	0.006	0.24	0.713
2	0.013	0.003	0.23	0.714
3	0.027	0.007	0.26	0.715
4	-0.048	-0.012	0.25	0.718
5	-0.033	-0.008	0.24	0.718
6	-0.022	-0.006	0.27	0.715
7	0.005	0.001	0.20	0.713
8 (present)	0.037	0.009	0.24	0.712
9 (next)	-0.097	-0.052	0.54	0.691

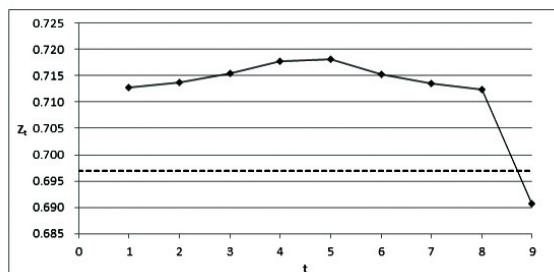


Fig. 3. AEWMA control chart in the example

3.5 단계 3: 핵심 운영 리스크 원천의 추론

단계 1의 PCA에 의해 구한 정보를 이용해 다음 기의 PI에 대한 중요 PC 및 OI의 기여도를 각각 계산한 후, 식 (10)을 이용해 각 OI의 운영 리스크 원천 확률을 계산해 높은 순으로 정리하면 상위 10개의 OI는 Table 4와 같다. 그 중에서 확률이 10.43%로 가장 높은 *PLR2*(즉, 공정 2에서 작업시간 변화율)를 핵심 운영 리스크 원천으로 간주한다.

PCA를 추가로 실시해 *PLR2*에 직접적으로 영향을 미치는 다른 OI들을 추적한다. 상관분석 결과, *SFR2*(공급자 2의 정시 공급량 부족), *SLR2*(공급자 2의 생산리드타임 지연), *PLR1*(공정 1의 작업시간 지연)이 유의미한 OI로 선별된다. 이에 따라 *PLR2*를 종속변수, *SFR2*, *SLR2*, *SLR1*를 독립변수로 정하고 PCA를 실시하면, 현재 기에 *PLR2*에 크게 영향을 미치는 다른 주요 OI로 각각 확률 45.4%와 42.9%의 *PLR1*과 *SLR2*가 결정된다.

Table 4. Top ten OIs for being an operational risk source in the example

OI	Prob.	OI	Prob.
<i>PLR2</i>	10.43%	<i>DVR1</i>	2.47%
<i>DTR1</i>	4.08%	<i>LCR10</i>	2.45%
<i>LYR6</i>	3.64%	<i>RFR4</i>	2.42%
<i>LYR3</i>	3.22%	<i>LVR8</i>	2.42%
<i>DSR2</i>	2.63%	<i>SDR1</i>	2.36%

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 다단계 글로벌 공급사슬에서 임의사건으로 인한 운영 리스크를 선제적으로 대응하기 위한 PCR 기반의 방법론을 제안하였다. 운영 리스크 관리 모델은 3개의 단계로 이루어져 있다. 첫 번째 단계에서는 PCR을 기반으로 PI 예측 식을 도출하고, 이것을 이용해 현재의 공급사슬 운영상황에 따른 미래의 공급사슬 성과를 예측한다. 두 번째 단계에서는 예측 PI를 AEWMA 관리도에 적용하여 공급사슬의 리스크 상태를 평가한다. 리스크로 판정 시, 세 번째 단계에서는 PCA 정보를 이용해 미래의 PI 변동에 대한 현재 OI들의 기여도를 구하여 핵심 운영 리스크 원천을 규명한다. 글로벌 공급사슬의 운영상황을 측정하기 위해 23개 항목의 OI와 전체성과를 측정하기 위해 한 개의 PI를 개발하였다. 제안된 방법론의 성능을 확인하기 위해 네 개 단계로 구성된 글로벌 공급사슬의 예제를 풀었다. 적용예제에서는 공급사슬의 시뮬레이션에 의해 생성된 가상자료를 사용하였

다.

제안된 방법론에서 PI 예측 식 도출은 충분한 양의 OI 및 PI 셋 자료가 필수적이다. 공급사슬의 부문별 운영상황을 보다 상세하게 나타내는 OI 척도의 추가 개발이 필요하다. 동시에, 이를 이용한 PI 예측의 정확도를 높이는 기술적 방법에 대한 연구가 중요하다. 또한, 제안된 세 개의 리스크 관리 단계에 추가하여 핵심 리스크 원천 정보를 토대로 리스크 완화의 방법론에 대한 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] Capizzi, G. and Masarotto, G.(2003), An Adaptive Exponentially Weighted Moving Average Control Chart, *Technometrics*, Vol. 45(3), pp.199~207.
- [2] Crowder, S. V. and Hamilton, M. D.(1992), An EWMA for Monitoring a Process Standard Deviation, *Journal of Quality Technology*, Vol. 24(1), pp.12~21.
- [3] Hemmateenejad, B., Miri, R., Jafarpour, M., Tabarad, M. and Foroumadi, A.(2006), Multiple Linear Regression and Principal Component Analysis-based Prediction of the Anti-tuberculosis Activity of Some 2-Aryl-1, 3, 4-thiadiazole Derivatives, *QSAR & Combinatorial Science*, Vol. 25(1), pp.56~66.
- [4] Herrera, J. B. and Park, Y. B.(2014), An Early Warning Model for the Risk Management of Global Logistics Systems Based on Principal Component Regression, *International Journal of Industrial Engineering*, Vol. 21(4), pp.179~189.
- [5] Huber, P. J.(1981), *Robust Statistics*, Wiley.
- [6] Joo, B. J. and Bae, H. R.(2016), Planning Process Cluster Prediction Using Artificial Neural Networks, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 16(2), pp.157~167.
- [7] Kengpol, A. and Tuamsee, S.(2016), The Development of a Decision Support Framework for a Quantitative Risk Assessment in Multimodal Green Logistics: An Empirical Study, *International Journal of Production Research*, Vol. 54(4), pp.1020~1038.
- [8] Kelton, W. D., Sadowski, R. P. and Sturrock D. T.(2015), *Simulation with Arena*, McGraw-Hill.
- [9] Kim, D. H. and Park, Y. B.(2016), A Methodology for the Analysis of Supply Chain Process Using Coloured Petri-net and Social Network Mining, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 16(1), pp.1~13.
- [10] Kwon, B. C. and Cho, N. W.(2012), Development of an Early Warning System Based on Artificial Intelligence, *IE Interfaces*, Vol. 25(3), pp.319~326.
- [11] Lavastre, O., Gunasekaran, A. and Spalanzani, A.(2012), Supply Chain Risk Management in French Companies, *Decision Support Systems*, Vol. 52(4), pp.828~838.
- [12] Li, Y., Kramer, M. R., Beulens, A. J. and van der Vorst, J. G.(2010), A Framework for Early Warning and Proactive Control Systems in Food Supply Chain Networks, *Computers in Industry*, Vol. 61(9), pp.852~862.
- [13] Milewski, R., Jankowska, D., Cwalina, U., Milewska, A. J., Citko, D., Więsak, T. and Wołczyński, S.(2016), Application of Artificial Neural Networks and Principal Component Analysis to Predict Results of Infertility Treatment Using the IVF Method, *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, Vol. 47(1), pp.33~46.
- [14] Sahoo, A. K.(2016), Energy Forecasting for Grid Connected Solar Pv System Based on Weather, *Asian Journal of Information Technology*, Vol. 15(23), pp.4861~4874.
- [15] Silva, C. A., Klauberg, C., Hudak, A. T., Vierling, L. A., Liesenberg, V., e Carvalho, S. P. and Rodriguez, L. C.(2016), A Principal Component Approach for Predicting the Stem Volume in Eucalyptus Plantations In Brazil Using Airborne LiDAR Data, *Forestry*, Vol. 89, pp.422~433.
- [16] Wang, Y. M. and Elhag, T. M. (2008), An Adaptive Neuro-fuzzy Inference System for Bridge Risk Assessment, *Expert systems with applications*, Vol. 34(4), pp.3099~3106.



윤성준

경희대학교 산업공학과 학사
경희대학교 산업경영공학과 석사
현재 : 경희대학교 산업경영공학과 강사
관심분야 : 시뮬레이션, SCM, SCRM



박양병

한양대학교 산업공학과 학사
미국 Pennsylvania State University
산업공학과 석사
미국 Oklahoma State University
산업공학과 박사
현재 : 경희대학교 산업경영공학과 교수
관심분야 : Logistics/SCM, SCRM



유준수

경희대학교 산업경영공학과 학사
경희대학교 산업경영공학과 석사
현재 : 경희대학교 산업경영공학과박사수료
관심분야 : 공급자선정, SCM, SCRM

한국SCM학회 연구 윤리 규정

제1조 (목적)

본 규정은 ‘한국SCM학회 연구 윤리 규정’이라 부르며 한국SCM학회(이하 “학회”라 한다)와 관련된 연구 행위가 연구 목적을 달성하기 위해 수행되는 과정에서 인간의 기본적, 사회 공동 윤리를 손상하지 않도록 윤리 규정과 기준을 정함을 목표로 한다. 여기서 연구 행위라는 것은 한국SCM학회가 주관 또는 공동 주관하는 학술대회와 한국SCM학회 학술지와 관련된 연구 수행, 결과, 발표 및 게재 등을 포함한다.

제2조 (적용 대상)

한국SCM학회가 주관 또는 공동 주관하는 학술대회 발표와 한국SCM학회 학술지 투고에 참여하는 학회의 회원들 외에 비회원들(이하 “저자”라 한다)에게도 준용된다.

제3조 (저자의 연구윤리)

1. 저자는 아이디어의 도출, 실험 방법의 설계, 결과의 분석, 연구 결과의 발표, 연구 심사 등의 연구 행위에 정직하여야 한다.
2. 저자는 타인의 연구나 주장의 전체 또는 일부분을 인용할 수 있다. 그러나 자신의 연구처럼 기술해서는 안 되며 반드시 정확하게 출처표시와 참고문헌 목록을 작성하여야 한다.
3. 저자는 연구 수행과 결과에서 획득한 정보를 이용하여 부당한 이익을 추구하지 않는다.

제4조 (연구 내용의 기록, 보존 및 공개)

1. 저자의 연구 내용은 타 연구자가 해석 및 확인이 용이하도록 정확하게 기록하여야 하며, 연구 수행 시 활용된 주요 사실 및 증거는 보존해야 한다.
2. 연구 결과가 출판된 후 타 연구자의 요청이 있을 경우 보안이 보장되는 범위 내에서 연구 결과물이 타 연구자의 연구 수행에 도움이 되도록 최대한 노력한다.

제5조 (저자의 책임과 보상)

1. 연구 결과에 기재된 모든 저자들은 발표된 사실에 책임을 다하도록 한다.
2. 저자는 공식적인 공동 연구자 또는 연구에 직간접적으로 기여한 사람들로만 구성되며 상대적 지위와 무관하게 학술적 기여도에 따라 저자 표기 순서가 결정된다.
3. 학회지 및 학술대회 발표논문집에 게재된 논문은 저자가 저작권을 가지나 공공의 목적으로 사용될 때는 한국SCM학회가 사용권을 가진다.

제6조 (연구 부정 행위) 연구 수행 중에 발생하는 부정 행위는 다음과 같다.

1. 위조: 존재하지 않는 데이터나 연구 결과를 허위로 만들어 내는 행위를 말한다.
2. 변조: 데이터의 변형이나 연구과정을 조작하여 연구결과를 왜곡하는 행위를 말한다.
3. 표절: 정당한 인용 없이 타 연구자의 연구 결과를 저자의 연구 결과에 사용하는 행위를 말한다.
4. 중복게재: 타 학술지에 게재 또는 투고 중인 원고를 본 학회지에 투고하는 행위를 말한다.

5. 부당한 논문 저자 표시: 연구 수행 중에 학술적 기여도가 없는 자에게 연구 결과의 저자 자격을 부여하는 행위를 말한다.

제7조 (윤리위원회 구성)

1. 학회는 연구 윤리와 관련된 사항을 검토 심의 의결하기 위해 학회 내에 윤리위원회를 운영한다.
2. 윤리위원회 구성은 위원장 1인과 부위원장 1인을 포함하여 5인으로 구성한다.
3. 윤리위원장은 학회 공동회장 중 한 분이 담당하며, 윤리위원회 부위원장은 학회지 공동 편집위원장 중 한 분을 윤리위원장이 임명하며, 나머지 3인의 위원회 회원은 윤리위원장과 부위원장의 합의로 임명한다.

제8조 (연구 부정 행위 제재)

연구 부정 행위가 적발된 연구 및 저자에 대해서는 윤리위원회의 검토를 거쳐 정도에 따라 다음과 같은 제재를 가할 수 있다.

1. 학회 징계 서한 발송
2. 학회의 해당 학회지에서 해당 연구 결과 삭제 또는 수정 요구
3. 연구 관련자의 적정 기간 동안 논문 투고 금지
4. 연구 관련자의 적정 기간 동안 회원자격 상실 및 연구 관련자 소속기관 세부사항 통보
5. 학회에서 제명

제9조 (윤리위원회 운영)

1. 필요한 연구 윤리 제정 및 개정을 담당한다.
2. 제소된 회원 및 연구에 대해 윤리 규정 위반 여부 심의 및 위반에 대한 제재를 의결한다.
3. 제소된 사안에 대해 접수된 날로부터 60일 이내에 심의 의결한다.
4. 위원회는 위원회의 조사 기간 동안 조사 내용 및 과정에 대해 일체의 보안을 유지하고, 관련자들의 신상 정보를 보호한다.
5. 윤리위원회는 조사 결과 제소된 내용이 무혐의 이거나 충분한 소명으로 혐의 사실이 해소될 경우 피고발자 혹은 혐의자의 명예를 회복하기 위해 적절한 후속 조치를 취할 수 있다.

제10조 (윤리위원회 제소 및 혐의자 의무)

1. 윤리위원회 제소는 회원 5인 이상의 서명을 받아야 한다.
2. 윤리위원회에 제소된 회원은 윤리위원회의 조사에 협조해야 한다.

제11조 (윤리위원회 의무)

1. 윤리위원회는 제소된 자에 대해 심의 결과가 확정되기 전까지는 회원으로 권리를 보장한다.
2. 윤리위원회에 제소된 자는 위원회에 충분한 소명할 권리를 갖으며, 위원회는 소명 및 반론 기회를 부여해야 한다.

제12조 기타 본 규정에 포함되지 않은 사항은 관계 법령과 사회적 규범에 의거 판단한다.

부 칙

제1조 (시행일)

본 규정은 이사회에서 의결된 날부터 시행한다.

2013. 1. 16 이사회 제정

Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

Copyright Transfer Agreement

To: Editor of Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

Title of submitted manuscript: _____

Author(s)(Full Names): _____

I hereby certify that I agreed to submit the manuscript entitled as above to Journal of the Korean Society of Supply Chain Management with the following statements:

- This manuscript is author's original work and has not been published before. It will not be submitted again to other journals without permission from Editor of Journal of the Korean Society of Supply Chain Management if it is accepted for publication.
- This manuscript should not contain any libelous statements, defamation and privacy intrusion. Any legal or ethical damage should not be directed to the Korean Society of Supply Chain Management due to this manuscript.
- All authors contributed to this manuscript have equal responsibility with respect to the copyright problem.
- Copyright of the manuscript to be published in the Journal of Korea Society of Supply Chain Management is transferred to the Korean Society of Supply Chain Management.

I agreed Declaration of Ethical Conduct in Research & Statement of Copyright Transfer.

Date:

Author(s) Name and Signature:

한국SCM학회지 17권 1호 심사자 명단(가나다 순)

구평희(부경대학교 시스템경영공학과), 김용진(서강대학교 경영학과), 문일경(서울대학교 산업공학과), 서용원(중앙대학교 경영대학), 신현상(한양대학교 경영대학), 이창원(한양대학교 경영대학), 임성묵(동국대학교 경영학과), 임승길(성결대학교 산업경영공학부), 전종근(한국외국어대학교 경영학과), 정태수(고려대학교 산업경영공학부), 진현정(중앙대학교 경제학부), 최성용(연세대학교 경영학부), 하병현(부산대학교 산업공학과)

학회지 심사를 위해 노고를 아껴주시지 않은 심사자 여러분들께 깊은 감사의 말씀을 올립니다.

한국 SCM 학회지 제17권, 제1호

인 쇄 / 2017년 5월 31일

발 행 / 2017년 5월 31일

발행인 / 임석철

편집인 / 김수옥 · 정봉주

발행처 / 사단 한국SCM학회

경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 아주대학교
팔달관 812호

전화 031-211-5269 전승 031-214-5269

<http://www.kscm.org>

등록번호 ISSN 1598-382X